

PAT-NO: JP02003178789A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003178789 A

TITLE: DIAGNOSTIC APPARATUS OF FUEL CELL SYSTEM

PUBN-DATE: June 27, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SUGIURA, TOSHIYUKI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NISSAN MOTOR CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2001378921

APPL-DATE: December 12, 2001

INT-CL (IPC): H01M008/04, H01M008/10

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To diagnose various states of a fuel cell system without preparing a dedicated composition.

SOLUTION: During the system operation, the abnormalities in the system are determined by collecting using a detected power generation voltage E and the generated power-generated voltage diagnostic table (step S38). Collating also with a generated current differentiated value with a generated current differentiated value diagnostic table (step S42), if it determines that it is not being in an unusual range, it diagnoses that it is a power generation efficiency fall of the fuel cell stacks, and if it determines that it is in an unusual range, it diagnoses that it is an abnormality of the valve for water clogging removal (step S49) or it is an abnormality of an anode gas adjustment system (step S50).

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-178789
(P2003-178789A)

(43) 公開日 平成15年6月27日 (2003.6.27)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	Z 5 H 0 2 6
8/10		8/10	5 H 0 2 7

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-378921 (P2001-378921)

(22) 出願日 平成13年12月12日 (2001. 12. 12)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 杉浦 敏行

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外7名)

Fターム(参考) 5H026 AA06

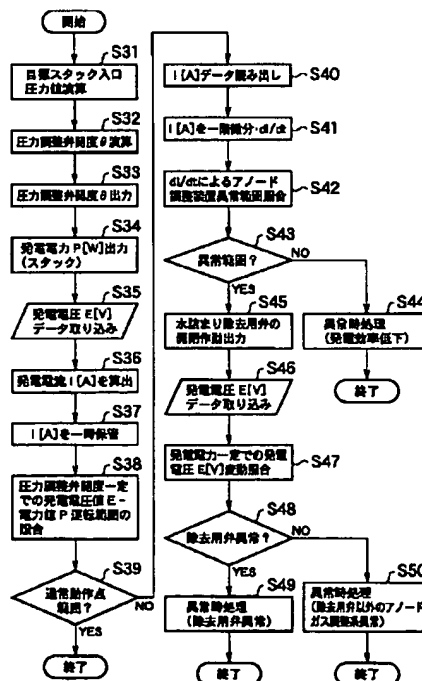
5H027 AA06 DD00 KK05 KK51

(54) 【発明の名称】 燃料電池システムの診断装置

(57) 【要約】

【課題】 専用の構成を設けることなく燃料電池システムの種々の状態を診断する。

【解決手段】 システム運転中に、検出した発電電圧Eと発電電力値-発電電圧値診断テーブルを用いた照合をすることでシステム異常を判定し(ステップS38)、発電電圧微分値と発電電流微分値診断テーブルとを照合し(ステップS42)、異常範囲でないと判定したときには燃料電池スタックの発電効率低下と診断し、異常範囲であると判定したときには水詰まり除去用弁の異常(ステップS49)、又はアノードガス調整系の異常と診断する(ステップS50)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電解質膜を酸化剤極と燃料極とにより挟んで構成されたセル構造体を複数積層し、上記酸化剤極側に酸化剤ガスが供給されると共に、上記燃料極側に燃料ガスが供給されて発電する燃料電池と、上記燃料電池に酸化剤ガス及び燃料ガスを供給するガス供給手段と、上記ガス供給手段により上記燃料電池に供給する燃料ガス圧力を検出する燃料ガス圧力検出手段と、上記燃料電池の発電状態を検出する発電状態検出手段とを有する燃料電池システムを制御する燃料電池システムの診断装置において、

上記発電状態検出手段で検出された上記燃料電池の発電状態の微分値を演算する発電状態微分値演算手段と、予め記憶した上記燃料電池システムの状態を診断するための発電状態の微分値であるしきい値と、上記発電状態微分値演算手段で演算された微分値とを比較して、上記燃料電池システムの複数の運転状態から、上記燃料電池システムの運転状態を選別する診断手段とを備えることを特徴とする燃料電池システムの診断装置。

【請求項2】 上記燃料電池システムの起動時から任意時間経過後に、上記燃料ガス圧力検出手段で検出された燃料ガス圧力の微分値を演算する圧力微分値演算手段を更に備え、

上記診断手段は、予め記憶した上記燃料電池システムの状態を診断するための燃料ガス圧力の微分値であるしきい値と、上記圧力微分値演算手段で演算された微分値とを比較して、上記燃料電池システムの運転状態を診断することを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システムの診断装置。

【請求項3】 上記燃料電池システムは、上記燃料電池の水詰まりを除去する水詰まり除去手段を更に備え、上記診断手段は、上記燃料電池システムの運転状態として水詰まり状態を有し、上記発電状態検出手段により検出された発電状態に基づいて燃料電池システムが上記水詰まり除去手段による水詰まり除去を行っているか否かを診断して上記燃料電池システムの状態を選別することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の燃料電池システムの診断装置。

【請求項4】 上記発電状態検出手段は、発電状態として上記燃料電池の発電電流を検出し、上記診断手段は、上記発電状態微分値演算手段で演算された発電電流の微分値がしきい値以上であるときには上記ガス供給手段の異常状態であると診断することを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システムの診断装置。

【請求項5】 上記発電状態検出手段は、発電状態として上記燃料電池の発電電圧を検出し、上記診断手段は、上記発電状態微分値演算手段で演算された発電電圧の微分値がしきい値以下であるときには上記ガス供給手段の異常状態であると診断することを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システムの診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば自動車等の駆動源として用いられ、燃料ガスとして水素ガス、酸化剤ガスとして空気が供給されて発電をして発電電圧を負荷に供給する燃料電池システムの異常状態を診断するための燃料電池システムの診断装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、燃料電池スタックにアノードガスとして水素ガスを供給すると共に、カソードガスとして空気を供給し、燃料電池スタックの化学反応を発生させることで発電させる燃料電池システムが知られている。この燃料電池システムでは、燃料電池スタックを発電させると化学反応により純水が発生するために、この純水を積極的に燃料電池スタック内から排除する必要がある。

【0003】燃料電池スタック内に発生する純水を積極的に排除しないと、燃料電池スタック内に純水が滞留する水詰まりが発生し、燃料電池スタックの発電効率の低下を発生させてしまう。また、水詰まりが発生すると、発電効率の低下のみならず、燃料電池スタック内で水詰まりが発生した部分と発生していない部分とで発電電流の偏りが発生する。このように水詰まり部分に偏りが発生した状態で燃料電池スタックの発電を継続すると、水詰まりが発生していない部分における発熱の集中が発生し、燃料電池スタックの著しい機能低下の原因となってしまう。

【0004】これに対し、従来において水詰まりを検出する手法として、通常運転中においては燃料電池スタック内の各発電モジュール（セル）の発電電圧を検出し、燃料電池スタックから発電電力（又は発電電流）を出力した際の電圧低下を検出することで水詰まりを検出していた。

【0005】また、水詰まりを検出する他の手法としては、特開平7-235324号公報で開示されている燃料電池システムのように、交流インピーダンスメータを使用し、燃料電池スタック内の抵抗値を検出して水詰まりの発生を直接検出していた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の燃料電池システムでは、燃料電池スタック内の水詰まりの検出のみを目的としており、燃料電池スタックの経時劣化等による発電効率低下、燃料電池スタックの水詰まり以上に圧損が大きくなる異常、水素ガス調整系装置の不具合等の検出はできなかった。すなわち、従来の水詰まりに対応する燃料電池システムでは、水詰まりを検出するために水詰まり検出専用の部品を設ける必要があった。具体的には、特開平7-235324号公報に開示された燃料電池システムでは、通常運転の制御では必要ない交流インピーダンスメータを水詰まり検出のために

設けるために、システムを高価なものにしているという問題点がある。

【0007】また、従来の燃料電池システムでは、水詰まりに対する処理として、起動時に燃料電池スタック内で水詰まりが発生していても運転することができるように、水詰まり除去用弁を水素ガス流路に設け、水詰まり除去用弁を開状態にして外部に放出する水詰まり除去動作をしていた。しかし、この燃料電池システムでは、起動時に水詰まり状態の診断を行わずに水詰まり除去動作を行っていたため、必要以上に水詰まり除去動作を行っていた。したがって、従来の燃料電池システムでは、起動するのに多くの時間を要すると共に、水素ガスを余分に消費するという問題点があった。

【0008】更にまた、従来の燃料電池システムにおいて、経時劣化等による燃料電池スタックの発電効率低下を診断するためには、定期的に発電効率を測定して燃料電池スタックの運転続行の可否判断を行う手法や、燃料電池スタックの運転時間を計測する積算タイマを設け、積算タイマの値に応じて定期的に部品交換をする手法が存在した。すなわち、従来の燃料電池システムにおいて、経時劣化を検出するためには、経時劣化を検出する専用の処理を行ったり、専用の部品を設ける必要があった。

【0009】そこで、本発明は、上述した実情に鑑みて提案されたものであり、専用の構成を設けることなく燃料電池システムを診断することができる燃料電池システムの診断装置を提供するものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る燃料電池システムの診断装置では、電解質膜を酸化剤極と燃料極とにより挟んで構成されたセル構造体を複数積層し、上記酸化剤極側に酸化剤ガスが供給されると共に、上記燃料極側に燃料ガスが供給されて発電する燃料電池と、上記燃料電池に酸化剤ガス及び燃料ガスを供給するガス供給手段と、上記ガス供給手段により上記燃料電池に供給する燃料ガス圧力を検出する燃料ガス圧力検出手段と、上記燃料電池の発電状態を検出する発電状態検出手段とを有する燃料電池システムを制御する燃料電池システムの異常を診断するものである。

【0011】この燃料電池システムの診断装置は、上記発電状態検出手段で検出された上記燃料電池の発電状態の微分値を演算する発電状態微分値演算手段と、予め記憶した上記燃料電池システムの状態を診断するための発電状態の微分値であるしきい値と、上記発電状態微分値演算手段で演算された微分値とを比較して、上記燃料電池システムの複数の運転状態から、上記燃料電池システムの運転状態を選別する診断手段とを備える。

【0012】請求項2に係る燃料電池システムの診断装置では、請求項1に記載の燃料電池システムの診断装置であって、上記燃料電池システムの起動時から任意時間

経過後に、上記燃料ガス圧力検出手段で検出された燃料ガス圧力の微分値を演算する圧力微分値演算手段を更に備え、上記診断手段は、予め記憶した上記燃料電池システムの状態を診断するための燃料ガス圧力の微分値であるしきい値と、上記圧力微分値演算手段で演算された微分値とを比較して、上記燃料電池システムの運転状態を診断することを特徴とする。

【0013】請求項3に係る燃料電池システムの診断装置では、請求項1又は請求項2に記載の燃料電池システムの診断装置であって、上記燃料電池システムは、上記燃料電池の水詰まりを除去する水詰まり除去手段を更に備え、上記診断手段は、上記燃料電池システムの運転状態として水詰まり状態を有し、上記発電状態検出手段により検出された発電状態に基づいて燃料電池システムが上記水詰まり除去手段による水詰まり除去を行っているか否かを診断して上記燃料電池システムの状態を選別することを特徴とする。

【0014】請求項4に係る燃料電池システムの診断装置では、請求項1に記載の燃料電池システムの診断装置であって、上記発電状態検出手段は、発電状態として上記燃料電池の発電電流を検出し、上記診断手段は、上記発電状態微分値演算手段で演算された発電電流の微分値がしきい値以上であるときには上記ガス供給手段の異常状態であると診断することを特徴とする。

【0015】請求項5に係る燃料電池システムの診断装置では、請求項1に記載の燃料電池システムの診断装置であって、上記発電状態検出手段は、発電状態として上記燃料電池の発電電圧を検出し、上記診断手段は、上記発電状態微分値演算手段で演算された発電電圧の微分値がしきい値以下であるときには上記ガス供給手段の異常状態であると診断することを特徴とする。

【0016】

【発明の効果】請求項1に係る燃料電池システムの診断装置によれば、発電状態検出手段で検出された燃料電池の発電状態の微分値を演算し、演算した微分値と、予め記憶した燃料電池システムの状態を診断するための発電状態の微分値であるしきい値とを比較して、燃料電池システムの複数の運転状態から、燃料電池システムの運転状態を選別するので、通常燃料電池システムに設けられている燃料電池の状態を検出する発電状態検出手段を利用して、専用の構成を設けることなく燃料電池システムに発生する種々の状態を選別して診断することができる。

【0017】請求項2に係る燃料電池システムの診断装置によれば、燃料電池システムの起動時から任意時間経過後に、燃料ガス圧力検出手段で検出された燃料ガス圧力の微分値を演算し、演算した燃料ガス圧力の微分値と、予め記憶した燃料電池システムの状態を診断するための燃料ガス圧力の微分値であるしきい値とを比較して、燃料電池システムの運転状態を診断することが

き、通常燃料電池システムに設けられている燃料ガス圧力検出手段を利用して燃料電池システムの状態を診断することができる。

【0018】請求項3に係る燃料電池システムの診断装置によれば、燃料電池システムの運転状態として水詰まり状態を有し、発電状態検出手段により検出された発電状態に基づいて燃料電池システムが水詰まり除去手段による水詰まり除去を行っているか否かを診断して燃料電池システムの状態を選別することができ、通常燃料電池システムに設けられている水詰まり除去手段を利用して

燃料電池システムの状態を診断することができる。
【0019】請求項4に係る燃料電池システムの診断装置によれば、発電状態として燃料電池の発電電流を検出し、発電電流の微分値がしきい値以上であるときにはガス供給手段の異常状態であると診断するので、通常燃料電池システムに設けられている発電電流の検出手段を利用して燃料電池システムの状態を診断することができ

る。
【0020】請求項5に係る燃料電池システムの診断装置によれば、発電状態として燃料電池の発電電圧を検出し、発電電圧の微分値がしきい値以下であるときにはガス供給手段の異常状態であると診断するので、通常燃料電池システムに設けられている発電電圧の検出手段を利用して燃料電池システムの状態を診断することができ

る。
【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0022】本発明は、例えば図1に示すように構成された第1実施形態に係る燃料電池システム、図9に示すように構成された第2実施形態に係る燃料電池システムに適用される。

【0023】〔第1実施形態に係る燃料電池システムの構成〕第1実施形態に係る燃料電池システムに備えられる燃料電池スタック1は、固体高分子電解質膜を酸化剤極（カソード極）と燃料極（アノード極）とにより挟んで構成されたセル構造体が、セパレータを介して複数積層されてなるスタック構造となっている。また、この燃料電池スタック1では、内部に酸化剤ガスを通過させる酸化剤ガス流路、燃料ガスを通過させる燃料ガス流路、冷却水を通過させる冷却水流路が設けられている。そして、燃料電池スタック1は、上記酸化剤極側に酸化剤ガスとしての空気が供給されると共に、上記燃料極側に燃料ガスとしての水素ガスが供給される。これにより、燃料電池スタック1は、水分を媒体として膜中をそれぞれのイオンが移動して接触して発電する。なお、この燃料電池システムでは、カソード極に関する構成の図示を省略している。

【0024】この燃料電池システムは、水素を貯蔵している図示しない水素タンクと接続された水素ガス供給調

圧弁2が水素ガス供給流路L1で挿通されて燃料電池スタック1の水素ガス入口に接続し、燃料電池スタック1の水素ガス出口と水詰まり除去用弁3とが水素ガス排出流路L2で挿通されている。これにより、燃料電池システムは水素ガス系を構成する。

【0025】また、この燃料電池システムにおいて、水素ガス供給流路L1の燃料電池スタック1の水素ガス入口には、水素ガス供給調圧弁2から燃料電池スタック1に供給する水素ガス圧力を検出する圧力センサ4が設けられている。圧力センサ4は、水素ガス入口における水素ガス圧力値を検出してセンサ信号として制御部8に出力する。

【0026】水素ガス供給調圧弁2及び水詰まり除去用弁3は、図示しないアクチュエータと接続され、制御部8からの制御信号に従ってアクチュエータが駆動することで開閉動作や開度が制御される。水素ガス供給調圧弁2は、開度が調整されることにより燃料電池スタック1に供給する水素ガス圧力及び水素ガス流量を調整する。水詰まり除去用弁3は、制御部8からの制御信号に従って開閉制御され、開状態にされることで、水素ガス排出流路L2中及び燃料電池スタック1内の水素ガスを外部に排出する。

【0027】また、この燃料電池システムでは、燃料電池スタック1と接続した電力消費負荷5を備える。この電力消費負荷5は、燃料電池スタック1と電力用ハーネス6を介して接続され、燃料電池スタック1から発電電力が供給される。この電力消費負荷5は、供給された発電電力を利用して駆動する。また、電力消費負荷5は、駆動するのに必要な発電電力量を要求する電力供給要求を制御部8に出力する。この電力消費負荷5は、例えば燃料電池システムが車両に設けられた場合には車両駆動用モータ等である。

【0028】電力用ハーネス6には、発電電圧センサ7が接続されている。発電電圧センサ7は、燃料電池スタック1から電力消費負荷5に供給される発電電力の発電電圧を検出してセンサ信号を制御部8に出力する。

【0029】制御部8は、水素ガス供給調圧弁2、水詰まり除去用弁3、圧力センサ4、電力消費負荷5、発電電圧センサ7とハーネス9を介して接続されている。この制御部8は、図示しない記憶部を備え、記憶部に記憶したプログラムを起動し、圧力センサ4及び発電電圧センサ7からのセンサ信号及び電力消費負荷5からの発電電力要求、記憶部に記憶したテーブルを用いて少なくとも水素ガス供給調圧弁2及び水詰まり除去用弁3を制御する処理をする。

【0030】これにより、制御部8は、燃料電池スタック1を起動させると共に燃料電池スタック1の診断を行う起動時診断処理、燃料電池スタック1を運転させる前処理である通常運転前処理、燃料電池スタック1を通常運転させると共に通常運転時における燃料電池スタック

1の診断を行う通常運転診断処理を行う。なお、制御部8が行う各種処理の処理内容については後述する。

【0031】[第1実施形態に係る燃料電池システムの動作手順] つぎに、上述したように構成された第1実施形態に係る燃料電池システムの動作手順について説明する。

【0032】「燃料電池システム起動時の診断処理」燃料電池システムを起動するに際して、例えば車両運転者からの指示操作により電力消費負荷5が起動すると、電力消費負荷5により電力供給要求を生成して制御部8に出力する。これに応じて、制御部8では、ステップS1の処理に移行し、制御部8により、水詰まり除去用弁3を開状態に制御すると共に(ステップS1)、燃料電池システムの起動時の所定開度 $\theta 0$ に水素ガス供給調圧弁2を設定することを決定し(ステップS2)、所定開度 $\theta 0$ とする制御信号を出力する(ステップS3)。このような動作により、水素ガス供給流路1を介して水素ガスを燃料電池スタック1に供給して、燃料電池スタック1の発電を開始させる。

【0033】次に、制御部8は、ステップS3の水素ガス供給開始時刻から任意の時刻 $t 1$ に達すると、圧力センサ4のセンサ信号を入力して燃料電池スタック1の水素ガス入口における水素ガス圧力 P_{in} [MPa]を取り込む(ステップS4)。そして、制御部8は、取り込んだ水素ガス圧力 P_{in} と、図3に示す圧力値診断テーブルとの照合を行う(ステップS5)。

【0034】この圧力値診断テーブルは、予め図示しない制御部8内の記憶部に記憶されている。圧力値診断テーブルは、ステップS3での水素ガス供給開始時刻からの時刻 t と、この時刻に対応する水素ガス圧力 P_{in} とが対応づけられてなる。この圧力値診断テーブルは、燃料電池システムに異常が無く、燃料電池システムを通常運転に移行させることを、時刻 $t 1$ 及び時刻 $t 1$ より後の時刻 $t 2$ において判定する水素ガス圧力 P_{in} の範囲を示す通常運転移行可能範囲 $P 1$ 、 $P 2$ が少なくとも格納されている。

【0035】通常運転移行可能範囲 $P 1$ は、燃料電池システムの運転可能範囲の上限圧力値を上限値とした所定水素ガス圧力範囲である。この通常運転移行可能範囲 $P 1$ は、水素ガス供給開始時刻 $t 0$ から徐々に水素ガスを燃料電池スタック1に供給して、徐々に水素ガス圧力 P_{in} が上昇することを考慮して設定されている。

【0036】通常運転移行可能範囲 $P 2$ は、運転可能範囲の下限圧力値を下限値とした所定水素ガス圧力範囲である。この通常運転移行可能範囲 $P 2$ は、燃料電池スタック1の起動時に水詰まりが発生していたときに、図3中の一点鎖線で示すように水素ガス供給調圧弁2及び水詰まり除去用弁3を開状態にして水詰まりが解消するときに徐々に水素ガス圧力 P_{in} が下降すること、及び燃料電池スタック1に圧損が発生していたときの水素ガス圧

力 P_{in} の経時変化を考慮して設定されている。

【0037】制御部8は、ステップS5において、ステップS4で取り込んだ時刻 $t 1$ での水素ガス圧力 P_{in} と、通常運転移行可能範囲 $P 1$ とを照合する。次に、水素ガス圧力 P_{in} と通常運転移行可能範囲 $P 1$ との照合結果により、通常運転移行可能範囲 $P 1$ よりも水素ガス圧力 P_{in} が高いか否かを判定し(ステップS6)、通常運転移行可能範囲 $P 1$ よりも水素ガス圧力 P_{in} が高くないと判定したときには時刻 $t 0$ から通常運転に移行すると判定して処理を終了する(ステップS7)。一方、通常運転移行可能範囲 $P 1$ よりも水素ガス圧力 P_{in} が高いと判定したときには、燃料電池スタック1内に水詰まりが発生している可能性があり、水詰まり除去用弁3の開状態とする時間を延長するように制御信号を出力し(ステップS8)、更に水素ガス供給調圧弁2を所定開度 $\theta 0$ にする時間を延長するように制御信号を出力して(ステップS9)、起動延長フローに移行する。

【0038】水素ガス供給調圧弁2及び水詰まり除去用弁3の状態を延長した後の時刻 $t 2$ において、制御部8により圧力センサ4のセンサ信号を入力して燃料電池スタック1の水素ガス入口における水素ガス圧力 P_{in} [MPa]を取り込む(ステップS10)。この時刻 $t 2$ は、時刻 $t 0$ から水詰まり除去用弁3を開状態にすることで、燃料電池スタック1内の水詰まりが解消されているはずである時刻に設定されている。

【0039】次に、制御部8により、時刻 $t 2$ における水素ガス圧力 P_{in} と、図3に示す圧力値診断テーブルとの照合を行う(ステップS11)。水素ガス圧力 P_{in} と圧力値診断テーブルとの照合を行った結果、水素ガス圧力 P_{in} が図3に示す圧損上限値以上か否かを判定することで、水素ガス圧力 P_{in} が通常運転移行可能範囲 $P 2$ の範囲内であるか否かを判定する。水素ガス圧力 P_{in} が圧損上限以上でないと判定したときには、図3の時刻 $t 0'$ において通常運転に移行すると判定して処理を終了する(ステップS13)。一方、水素ガス圧力 P_{in} が圧損上限値以上であると判定したときには、水詰まり以外の異常が発生していると判断し、この場合においては燃料電池スタック1の圧損異常と判断する。そして、制御部8は、圧損異常に対応するために、一部のシステム停止や機能制限等の所定の異常処理に移行して処理を終了する(ステップS14)。

【0040】「通常運転前処理」つぎに、上述のステップS7又はステップS13の次に行う通常運転の前に行う通常運転前処理について図4のフローチャートを参照して説明する。

【0041】この通常運転前処理において、制御部8は、まず、燃料電池スタック1内の水を除去している最中か否かを判定する(ステップS21)。すなわち、制御部8は、通常運転前処理に移行した段階で水詰まり除去用弁3を開状態にしているか否かを判定する。制御部

8は、水詰まり除去用弁3が閉状態であって水詰まりの除去を終了していると判定したときには、第1通常運転処理に移行して処理を終了する(ステップS22)。一方、制御部8は、水詰まり除去用弁3が開状態であって水詰まりを除去している最中であると判定したときには、第2通常運転処理に移行して処理を終了する(ステップS23)。

【0042】このような運転前処理を行うのは、水詰まり除去用弁3の開閉状態により燃料電池スタック1の水素ガス入口圧力と水素ガス出口圧力との圧力差が異なり、水詰まり除去用弁3の開閉状態に応じて燃料電池スタック1の水素ガス入口圧力を制御する必要があることによる。

【0043】なお、以下に説明する通常運転処理における水詰まり除去のタイミングは、制御部8内の図示しないタイマを使用し、一定間隔にて水詰まり除去用弁3を開状態にする。

【0044】「第1通常運転処理」つぎに、上述のステップS21にて水詰まりを除去している最中でないと判定した後に移行する第1通常運転処理について図5のフローチャートを参照して説明する。

【0045】この第1通常運転処理では、まず、制御部8は、電力消費負荷5からの電力供給要求に応じて燃料電池スタック1で発電させる発電電力値を決定する。そして、制御部8は、決定した発電電力値に応じて燃料電池スタック1の水素ガス入口における水素ガス圧力値を演算して(ステップS31)、水素ガス供給調圧弁2の開度 θ を演算する(ステップS32)。これにより、制御部8は、演算した開度 θ とする制御信号を出力して水素ガス供給調圧弁2を動作させる(ステップS33)。

【0046】そして、水素ガス供給調圧弁2が開度 θ にて安定すると、燃料電池スタック1から電力供給要求に応じた発電電力Pを出力させる(ステップS34)。次に、制御部8は、発電電圧センサ7からのセンサ信号を取り込んで発電電圧E[V]を取得する(ステップS35)。これにより、燃料電池スタック1から電力供給要求に応じた発電電力P[W]を得ていることを認識する。そして、制御部8は、取得した発電電力Eから発電電流I[A]を算出し(ステップS36)、算出した発電電流Iを図示しない記憶部に記憶して一時保管する(ステップS37)。

【0047】次に、水素ガス供給調圧弁2の状態を開度 θ にて一定にした状態において、ステップS34で出力させている発電電力P及びステップS35で取り込んだ発電電圧Eと、図6に示す発電電力値-発電電圧値診断テーブルとを照合する(ステップS38)。

【0048】この発電電力値-発電電圧値診断テーブルは、予め図示しない制御部8内の記憶部に記憶されている。発電電力値-発電電圧値診断テーブルは、燃料電池スタック1で発電している発電電力Pと、燃料電池シス

テムの異常を診断するための発電電圧Eであるしきい値とが対応づけられてなる。この発電電力値-発電電圧値診断テーブルによれば、燃料電池システムが正常に運転しているときの発電電力Pに対応した発電電圧Eの取りうる正常運転域と、燃料電池システムが正常に運転していないときの発電電力Pに対応した発電電圧Eの取りうる異常運転域とを区別する。この発電電圧Eのしきい値は、水素ガス供給調圧弁2を所定開度 θ とした状態における発電電力Pに対する理論上の発電電圧E(理論値)から、所定電圧低下させた値が実験等の結果に基づいて設定されて格納されている。

【0049】ここで、水素ガス供給調圧弁2の開度が一定の状態において、発電電力Pに対する発電電圧Eが低下するということは、燃料電池スタック1の発電電力出力抵抗値が上昇していることを示し、燃料電池スタック1の電力出力端子での電圧降下が発生しており、何等かの異常が燃料電池スタック1に発生していることによって電力消費負荷5が要求する電力が供給できていない状態となる。したがって、発電電力Pに対する発電電圧Eがしきい値以下であるときには通常動作点範囲外であることが判定できる。

【0050】このような発電電力値-発電電圧値診断テーブルを用いて、制御部8により発電電圧Eが通常動作点範囲内か否かを判定する(ステップS39)。ステップS35で検出した発電電圧Eがしきい値よりも高い、すなわち燃料電池スタック1が通常動作をしていると判定可能な発電電圧Eの範囲(通常動作点範囲)と判定したときには処理を終了し、ステップS31～ステップS39の処理を繰り返すことで通常運転を継続する。

【0051】一方、制御部8は、ステップS35で検出した発電電圧Eがしきい値よりも低い、すなわち発電電圧Eの範囲が通常動作点範囲外であると判定したときには燃料電池スタック1を診断する診断処理に移行する。

【0052】診断処理において、まず、制御部8は、ステップS37にて一時保管した発電電流Iを読み出し(ステップS40)、読み出した発電電流Iを微小時間 t にて一階微分して、各微小時間 t ごとの発電電流微分値 dI/dt を算出する(ステップS41)。このとき、制御部8は、図7に示すように、ある一定期間に亘って保管された発電電流Iを用いて一定期間内における発電電流微分値 dI/dt を算出する。

【0053】次に、制御部8は、算出した発電電流微分値 dI/dt と、発電電流微分値診断テーブルとを照合して(ステップS42)、算出した発電電流微分値 dI/dt が燃料電池スタック1の異常と認められる異常範囲であるか否かを判定する(ステップS43)。

【0054】この発電電流微分値診断テーブルは、予め図示しない制御部8内の記憶部に記憶されている。発電電流微分値診断テーブルは、図7に示すように、燃料電池システムの異常を診断するための発電電流微分値 dI

／dtであるしきい値が格納されてなる。

【0055】制御部8は、算出した発電電流微分値 dI/dt がしきい値を超えず異常範囲でないと判定したときには、時刻 t に依存せずにゆっくりと変化する異常状態であると判定する。これに応じて制御部8は、燃料電池スタック1の電力端子の経時劣化による発電効率低下状態と判定し、一部のシステム停止や機能制御等、所定の異常処理の制御を行う（ステップS44）。

【0056】また、制御部8は、算出した発電電流微分値 dI/dt が上昇し、発電電流微分値 dI/dt がしきい値を超えたと判定したときは異常範囲であると判定する。これにより、制御部8は、刻々と発電状態の低下を引き起こしている状態であって、水素ガスが十分に発電電力に変換されていない状態であり、水素ガス系の不具合と判定する。

【0057】これに応じ、制御部8は、水詰まり除去用弁3を繰り返し開閉作動させる制御信号を出力し（ステップS45）、このときの発電電圧センサ7からの発電電圧 E を取り込む（ステップS46）。これにより、制御部8は、水素ガス供給圧力を一定とした状態において水詰まり除去用弁3が開閉作動したことによる発電電圧 E の変動を確認する（ステップS47）。

【0058】次に、制御部8は、水詰まり除去用弁3を開閉作動させたことに応じて発電電圧 E が上下変動するか否かを判定することにより、水詰まり除去用弁3の異常が発生しているか否かを判定する（ステップS48）。

【0059】発電電圧 E が上下変動したと判定したときには水詰まり除去用弁3が正常に開閉作動して水詰まり除去用弁3の異常が発生していないと判定し、水詰まり除去用弁3以外の水素ガス系の異常と判定する。これに応じ、制御部8は、燃料電池システムの停止、水素ガス供給系、燃料電池システムを搭載した移動装置等のサブシステムの停止等、所定の異常時処理をして処理を終了する（ステップS50）。

【0060】一方、発電電圧 E が上下変動しないと判定したときには水詰まり除去用弁3が正常に開閉作動しておらず、水詰まり除去用弁3の異常が発生していると判定する。これに応じ、制御部8は、水詰まり除去用弁3を開状態のままにする制御をし、その他のシステムをフェールセーフ側に制御する等の異常時処理をして処理を終了する（ステップS49）。

【0061】「第2通常運転処理」つぎに、上述のステップS21にて水詰まりを除去している最中であると判定した後に移行する第2通常運転処理について図8のフローチャートを参照して説明する。なお、第2通常運転処理の説明において、上述の第1通常運転処理と同じ部分についての説明を省略する。

【0062】第2通常運転処理においては、水詰まりを除去している最中であることから、水詰まり除去用弁3

が開状態にあるので、この状態に応じて水素ガス供給調圧弁2の開度をステップS32とは異なる開度 θ_p に設定する（ステップS32'、ステップS33'）。これに応じて、以下の処理（ステップS34'～ステップS38'、ステップS41'、ステップS42'、ステップS46'、ステップS47'）では、発電電力 P とは異なる発電電力 P_p 、発電電圧 E とは異なる発電電圧 E_p 、発電電流 I とは異なる発電電流 I_p 、発電電圧 E_p 、発電電力 P_p に応じた発電電力値－発電電圧値診断テーブル、発電電流微分値 dI/dt とは異なる発電電流微分値 dI_p/dt を使用する。

【0063】これにより、第2通常運転処理では、上述の第1通常運転処理と同様の動作、処理を行う。

【0064】[第1実施形態に係る燃料電池システムの効果]以上、詳細に説明したように、第1実施形態に係る燃料電池システムによれば、水素ガス圧力 P_{in} が通常運転移行可能範囲 P_1 よりも高い場合（ステップS5、ステップS6）に起動時の診断処理に移行して、燃料電池スタック1の圧損を検出することができる。

20 【0065】また、この燃料電池システムによれば、通常運転処理において発電電流微分値 dI/dt の変化により、発電効率低下（ステップS44）、水詰まり除去用弁3の異常（ステップS49）、水素ガス調整系の異常（ステップS50）等、複数種類の異常状態を分別して検出して異常時処理を行うことができる。

【0066】したがって、この燃料電池システムによれば、燃料電池スタック1の圧損、発電効率低下、水詰まり除去用弁3の異常、水素ガス調整系異常を検出するための専用の検出装置等を追加する必要がない。

30 【0067】具体的には、この燃料電池システムによれば、通常運転中に、発電電流 I を微分して発電電流微分値 dI/dt を算出して（ステップS41）、発電電流微分値診断テーブルと照合することにより、その後に燃料電池スタック1の発電効率低下、水詰まり除去用弁3の異常、水素ガス供給系の異常の何れかの状態を選別することができる。

【0068】また、この燃料電池システムによれば、通常運転中に、発電電流微分値 dI/dt と発電電流微分値診断テーブルとの照合の結果、発電電流微分値 dI/dt がしきい値以上である場合に（ステップS43）、水素ガス系の異常の可能性を診断することができる。

【0069】更に、この燃料電池システムによれば、通常運転中に、発電電流微分値 dI/dt と発電電流微分値診断テーブルとの照合の結果、異常が発生していると判定した場合に（ステップS43）、水詰まり除去用弁3を開閉作動させたことによる発電電圧 E の変動を照合することにより、水詰まり除去用弁3の異常又は水素ガス供給系の異常を診断することができる。

【0070】[第2実施形態に係る燃料電池システムの構成]つぎに、第2実施形態に係る燃料電池システムに

について説明する。なお、上述した第1実施形態と同一の部分については同一符号を付することによりその詳細な説明を省略する。

【0071】この燃料電池システムは、図9に示すように、電力用ハーネス6に回路抵抗11を設け、電力消費負荷5内の電力消費側内部抵抗5aを備える点で第1実施形態に係る燃料電池システムとは異なる。

【0072】この燃料電池システムにおいて、制御部8は、電力消費側内部抵抗5aの抵抗値及び回路抵抗11の抵抗値を予め記憶しており、これらの抵抗値、及び電力消費負荷5からの電力供給要求に基づいて発電電圧を推定する。また、この制御部8は、燃料電池システムの起動時の診断処理において、水素ガス圧力Pinの微分値を演算し、演算した水素ガス圧力Pinの微分値を用いて水詰まりの判定をする。更に、この制御部8は、通常運転処理において、発電電圧の微分値を用いて診断処理を行う。なお、この制御部8の詳細な処理手順については後述する。

【0073】〔第2実施形態に係る燃料電池システムの動作手順〕つぎに、上述したように構成された第2実施形態に係る燃料電池システムの動作手順について説明する。なお、上述した第1実施形態に係る燃料電池システムの動作と同一の処理ステップについては同一のステップ番号を付することによりその詳細な説明を省略する。

【0074】「燃料電池システム起動時の診断処理」起動時において、第2実施形態に係る燃料電池システムは、ステップS4において時刻t1での水素ガス圧力Pinを圧力センサ4からのセンサ信号により取り込むと、取り込んだ水素ガス圧力Pinを時間tにて微分して水素ガス微分値dPin/dtを算出する。そして、制御部8は、算出した水素ガス微分値dPin/dtと、図11に示す圧力微分値診断テーブルとの照合を行う（ステップS61）。

【0075】この圧力微分値診断テーブルは、予め図示しない制御部8内の記憶部に記憶されている。圧力微分値診断テーブルは、ステップS3での水素ガス供給開始時刻からの時刻と、この時刻に対応する水素ガス微分値dPin/dtとが対応づけられてなる。この圧力微分値診断テーブルは、燃料電池システムに異常が無く、燃料電池システムを通常運転に移行させることを判定する水素ガス微分値dPin/dtの範囲を示す通常運転移行可能範囲P11、P12が少なくとも格納されている。

【0076】通常運転移行可能範囲P11は、水素ガス供給開始時刻t0から徐々に水素ガスを燃料電池スタック1に供給して、徐々に水素ガス微分値dPin/dtが上昇することを考慮して設定されている。

【0077】通常運転移行可能範囲P12は、運転可能範囲の下限圧力微分値を下限値とした所定水素ガス圧力範囲である。この通常運転移行可能範囲P12は、燃料電池スタック1の起動時に水詰まりが発生していたとき

に、図11中の一点鎖線で示すように水素ガス供給調圧弁2及び水詰まり除去用弁3を開状態にして水詰まりが解消するときに徐々に水素ガス微分値dPin/dtが下降すること、及び燃料電池スタック1に圧損が発生していたときの水素ガス微分値dPin/dtの経時変化を考慮して設定されている。

【0078】制御部8は、ステップS61において、ステップS4で取り込んだ時刻t1での水素ガス圧力Pinから算出した水素ガス微分値dPin/dtと、通常運転移行可能範囲P11とを照合する。水素ガス微分値dPin/dtと通常運転移行可能範囲P11との照合結果により、通常運転移行可能範囲P11よりも水素ガス微分値dPin/dtが大きいか否かを判定し（ステップS62）、通常運転移行可能範囲P11よりも水素ガス微分値dPin/dtが大きくないと判定したときには時刻t0から通常運転に移行すると判定して処理を終了する（ステップS7）。一方、通常運転移行可能範囲P11よりも水素ガス微分値dPin/dtが高いと判定したときには、燃料電池スタック1内に水詰まりが発生している可能性があり、ステップS8以降の起動延長フローに移行する。

【0079】そして、起動延長フローにおけるステップS10において、時刻t2での水素ガス圧力Pinを微分して水素ガス微分値dPin/dtを算出し、算出した水素ガス微分値dPin/dtと圧力微分値診断テーブルの通常運転移行可能範囲P12とを照合する（ステップS63）。

【0080】水素ガス微分値dPin/dtと圧力微分値診断テーブルとの照合を行った結果、水素ガス微分値dPin/dtが図11に示す圧損上限値以上か否かを判定することで、水素ガス微分値dPin/dtが通常運転移行可能範囲P12の範囲内であるか否かを判定する。水素ガス微分値dPin/dtが圧損上限以上でないと判定したときには、図11の時刻t0'において通常運転に移行すると判定して処理を終了する（ステップS13）。一方、水素ガス微分値dPin/dtが圧損上限値以上であると判定したときには、水詰まり以外の異常が発生していると判断し、この場合においては燃料電池スタック1の圧損異常と判断する。そして、制御部8は、圧損異常に対応するために、一部のシステム停止や機能制限等の所定の異常処理に移行して処理を終了する（ステップS14）。

【0081】「通常運転前処理」つぎに、上述のステップS7又はステップS13の次に行う通常運転の前に行う通常運転前処理について図12のフローチャートを参照して説明する。

【0082】この通常運転前処理において、第1実施形態と同様にステップS21での判定を行い、水詰まり除去用弁3を開状態にしているか否かを判定する。制御部8は、水詰まり除去用弁3が閉状態であって水詰まりの

除去を終了していると判定したときには、第3通常運転処理に移行して処理を終了する(ステップS71)。一方、制御部8は、水詰まり除去用弁3が開状態であって水詰まりを除去している最中であると判定したときには、第4通常運転処理に移行して処理を終了する(ステップS72)。

【0083】「第3通常運転処理」つぎに、上述のステップS21にて水詰まりを除去している最中でないと判定した後に移行する第3通常運転処理について図13のフローチャートを参照して説明する。

【0084】この第3通常運転処理では、ステップS34にて燃料電池スタック1から電力供給要求に応じた発電電力Pを出力させた後に、電力消費負荷5での消費電圧を取り込み(ステップS81)、回路抵抗11の抵抗値、電力消費側内部抵抗5aの抵抗値及び取り込んだ消費電圧から消費電流を算出して(ステップS82)、発電電圧Eを推定して記憶部に記憶することで一時保管する(ステップS83)。

【0085】次に、水素ガス供給調圧弁2の開度を開度 θ にて一定にした状態において、一時保管した発電電圧Eと、図14に示す発電電流値-発電電圧値診断テーブルとを照合する(ステップS84)。

【0086】この発電電流値-発電電圧値診断テーブルは、予め図示しない制御部8内の記憶部に記憶されている。発電電流値-発電電圧値診断テーブルは、燃料電池スタック1で発電している発電電流Iと、燃料電池システムの異常を診断するための推定した発電電圧Eであるしきい値とが対応づけられてなる。

【0087】ここで、水素ガス供給調圧弁2の開度が一定の状態において、発電電流Iに対する発電電圧Eが低下するということは、燃料電池スタック1の発電電力出力抵抗値が上昇していることを示し、燃料電池スタック1の電力出力端子での電圧降下が発生しており、何等かの異常が燃料電池スタック1に発生していることによって電力消費負荷5が要求する電力が供給できていない状態となる。したがって、発電電力Pに対する発電電圧Eがしきい値以下であるときには通常動作点範囲外であることが判定できる。

【0088】このような発電電流値-発電電圧値診断テーブルを用いて、制御部8により発電電圧Eが通常動作点範囲内か否かを判定する(ステップS85)。発電電圧Eがしきい値よりも高い、すなわち燃料電池スタック1が通常動作をしていると判定可能な発電電圧Eの範囲(通常動作点範囲)と判定したときには処理を終了して通常運転を継続する。

【0089】一方、制御部8は、発電電圧Eがしきい値よりも低い、すなわち発電電圧Eの範囲が通常動作点範囲外であると判定したときには燃料電池スタック1を診断する診断処理に移行する。

【0090】診断処理において、まず、制御部8は、ス

テップS83にて一時保管した発電電圧Eを読み出し(ステップS86)、読み出した発電電圧Eを微小時間 t にて一階微分して、各微小時間 t ごとの発電電圧微分値 dE/dt を算出する(ステップS87)。このとき、制御部8は、図15に示すように、ある一定期間に亘って保管された発電電圧Eを用いて一定期間内における発電電圧微分値 dE/dt を算出する。

【0091】次に、制御部8は、算出した発電電圧微分値 dE/dt と、発電電圧微分値診断テーブルとを照合して(ステップS88)、算出した発電電圧微分値 dE/dt が燃料電池スタック1の異常と認められる異常範囲であるか否かを判定する(ステップS89)。

【0092】この発電電圧微分値診断テーブルは、予め図示しない制御部8内の記憶部に記憶されている。発電電圧微分値診断テーブルは、図15に示すように、燃料電池システムの異常を診断するための発電電圧微分値 dE/dt であるしきい値が格納されてなる。

【0093】制御部8は、算出した発電電圧微分値 dE/dt がしきい値を下回らず異常範囲でないと判定したときには、時刻 t に依存せずにゆっくりと変化する異常状態であると判定する。これに応じて制御部8は、燃料電池スタック1の電力端子の経時劣化による発電効率低下状態と判定して所定の異常処理の制御を行う(ステップS44)。

【0094】また、制御部8は、算出した発電電圧微分値 dE/dt が下降し、発電電圧微分値 dE/dt がしきい値以下となると判定したときは異常範囲であると判定する。これにより、制御部8は、刻々と発電状態の低下を引き起こしている状態であって、水素ガスが十分に発電電力に変換されていない状態であり、水素ガス系の不具合と判定する。これに応じ、制御部8は、ステップS45～ステップS50の処理を行う。

【0095】「第4通常運転処理」つぎに、上述のステップS21にて水詰まりを除去している最中であると判定した後に移行する第4通常運転処理について図16のフローチャートを参照して説明する。なお、第4通常運転処理の説明において、上述の通常運転処理と同じ部分についての説明を省略する。

【0096】第4通常運転処理においては、水詰まりを除去している最中であることから、水詰まり除去用弁3が開状態にあるので、この状態に応じて水素ガス供給調圧弁2の開度を開度 θ_p に設定する(ステップS32'、ステップS33')。これに応じて、発電電力Pとは異なる発電電力 P_p 、発電電圧Eとは異なる発電電圧 E_p 、発電電流Iとは異なる発電電流 I_p 、発電電圧 E_p 、発電電力 P_p に応じた発電電力値-発電電圧値診断テーブル、発電電圧微分値 dE/dt とは異なる発電電圧微分値 dE_p/dt を使用する。これにより、第4通常運転処理では、上述の第3通常運転処理と同様の動作、処理を行う。

【0097】〔第2実施形態に係る燃料電池システムの効果〕以上、詳細に説明したように、第2実施形態に係る燃料電池システムによれば、燃料電池スタック1の発電電圧を計測する電圧センサを設けなくても、回路抵抗11及び電力消費側内部抵抗5aの抵抗値、消費電圧及び消費電流を用いて発電電圧Eを推定することができ、第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0098】具体的には、この燃料電池システムによれば、起動時から時刻t1、時刻t2後に、水素ガス微分値 $dPin/dt$ を演算し、圧力微分値診断テーブルとの照合をし、燃料電池スタック1の水詰まりの発生、燃料電池スタック1の圧損を診断することができる。

【0099】また、この燃料電池システムによれば、通常運転中に、発電電圧微分値 dE/dt と発電電圧微分値診断テーブルとの照合の結果、発電電圧微分値 dE/dt がしきい値以下である場合に（ステップS88）、水素ガス系の異常の可能性を診断することができる。

【0100】なお、上述の実施の形態は本発明の一例である。このため、本発明は、上述の実施形態に限定されることはなく、この実施の形態以外であっても、本発明に係る技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計等に

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した第1実施形態に係る燃料電池システムの構成を示すブロック図である。

【図2】本発明を適用した第1実施形態に係る燃料電池システムにおける起動時の処理手順を示すフローチャートである。

【図3】水素ガス圧力の変動により燃料電池システムの異常を診断するための圧力値診断テーブルを示す図である。

【図4】本発明を適用した第1実施形態に係る燃料電池システムにおける通常運転前処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図5】本発明を適用した第1実施形態に係る燃料電池システムにおける第1通常運転処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図6】発電電力に対応した発電電圧の値に応じて燃料電池システムの異常を診断するための発電電力値－発電電圧値診断テーブルを示す図である。

【図7】発電電流微分値の変動により燃料電池システム

の異常を診断するための発電電流微分値診断テーブルを示す図である。

【図8】本発明を適用した第1実施形態に係る燃料電池システムにおける第2通常運転処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図9】本発明を適用した第2実施形態に係る燃料電池システムの構成を示すブロック図である。

【図10】本発明を適用した第2実施形態に係る燃料電池システムにおける起動時の処理手順を示すフローチャートである。

【図11】水素ガス微分値の変動により燃料電池システムの異常を診断するための圧力微分値診断テーブルを示す図である。

【図12】本発明を適用した第2実施形態に係る燃料電池システムにおける通常運転前処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図13】本発明を適用した第2実施形態に係る燃料電池システムにおける第3通常運転処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図14】発電電流に対応した発電電圧の値に応じて燃料電池システムの異常を診断するための発電電流値－発電電圧値診断テーブルを示す図である。

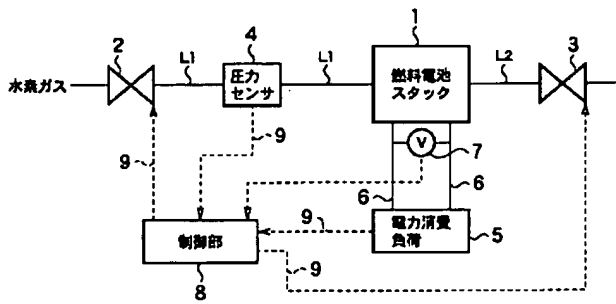
【図15】発電電圧微分値の変動により燃料電池システムの異常を診断するための発電電圧微分値診断テーブルを示す図である。

【図16】本発明を適用した第2実施形態に係る燃料電池システムにおける第4通常運転処理の処理手順を示すフローチャートである。

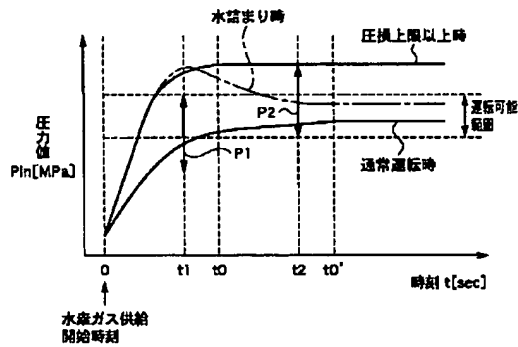
【符号の説明】

- 1 燃料電池スタック
- 2 水素ガス供給調圧弁
- 3 水詰まり除去用弁
- 4 圧力センサ
- 5 電力消費負荷
- 5a 電力消費側内部抵抗
- 6 電力用ハーネス
- 7 発電電圧センサ
- 8 制御部
- 9 ハーネス
- 11 回路抵抗

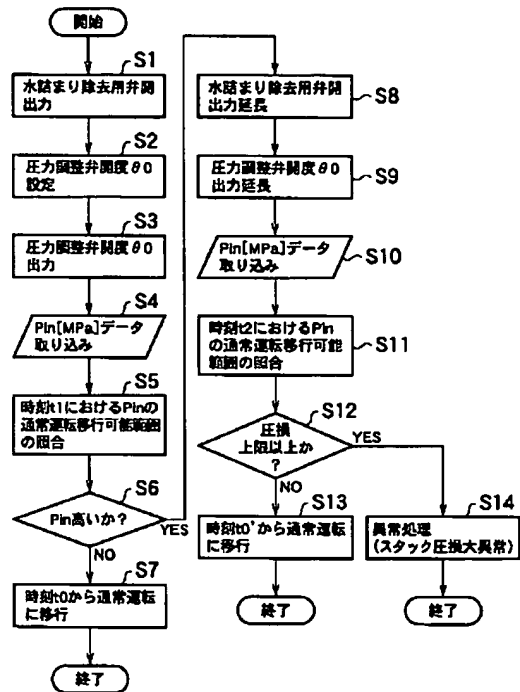
【図1】



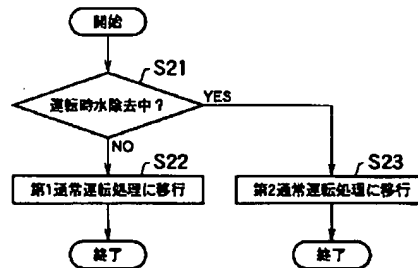
【図3】



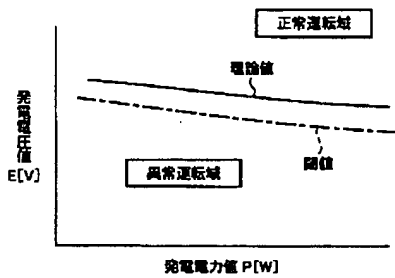
【図2】



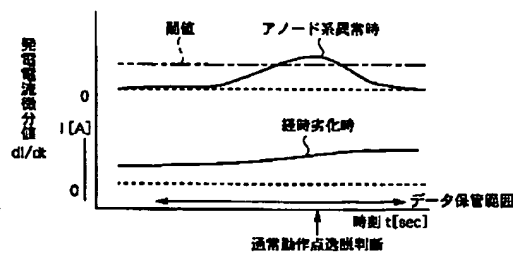
【図4】



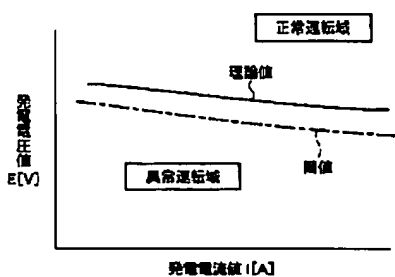
【図6】



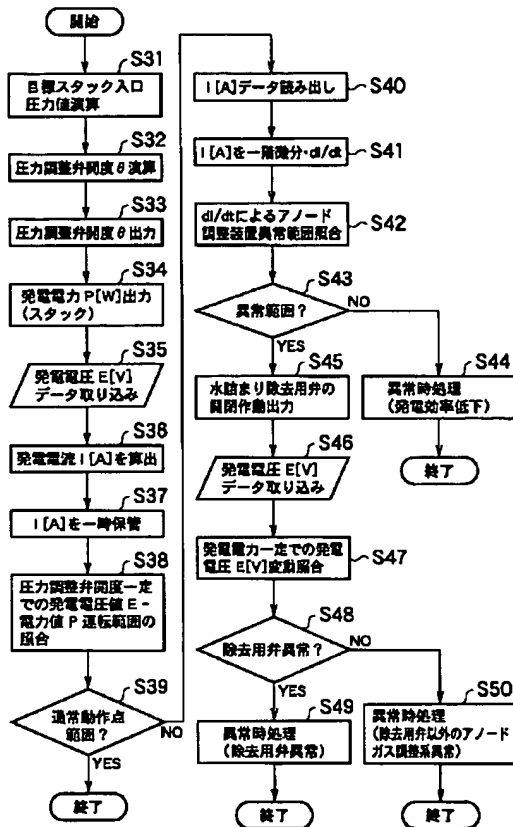
【図7】



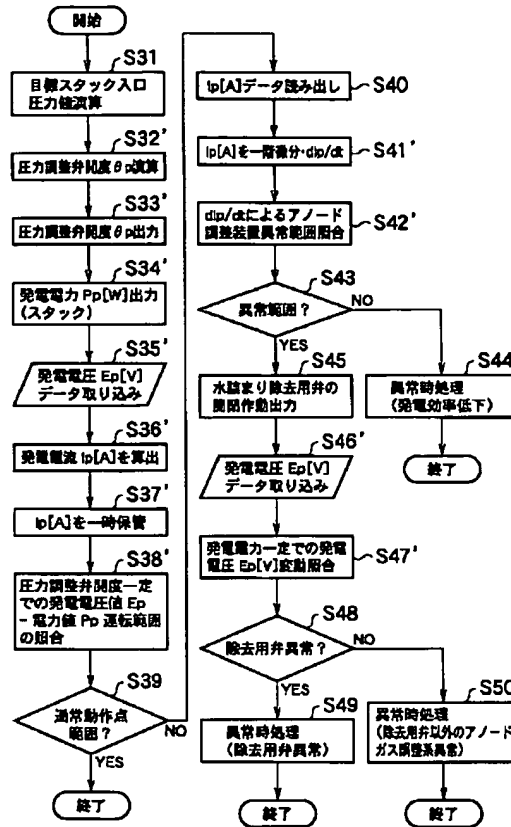
【図14】



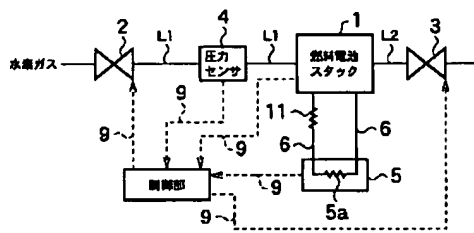
【図5】



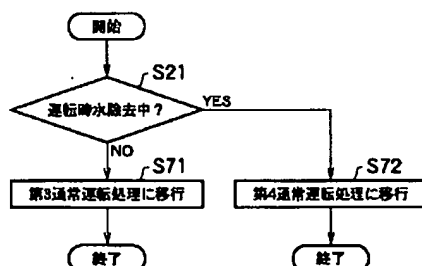
【図8】



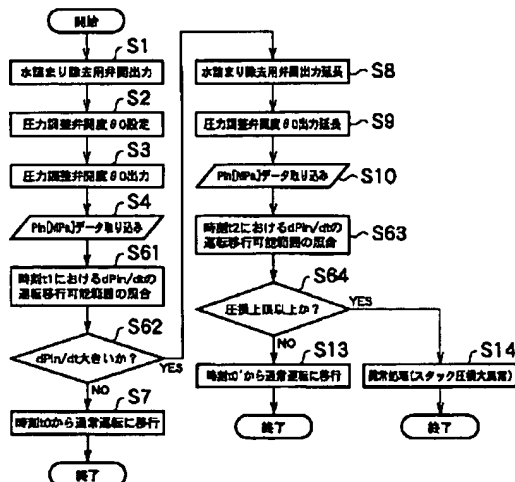
【図9】



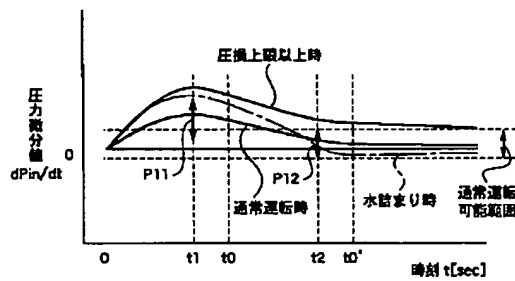
【図12】



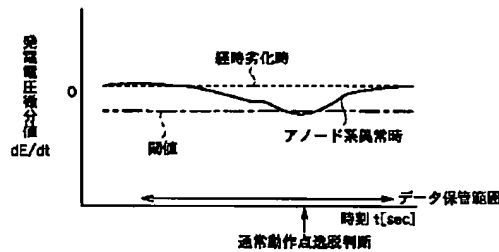
【図10】



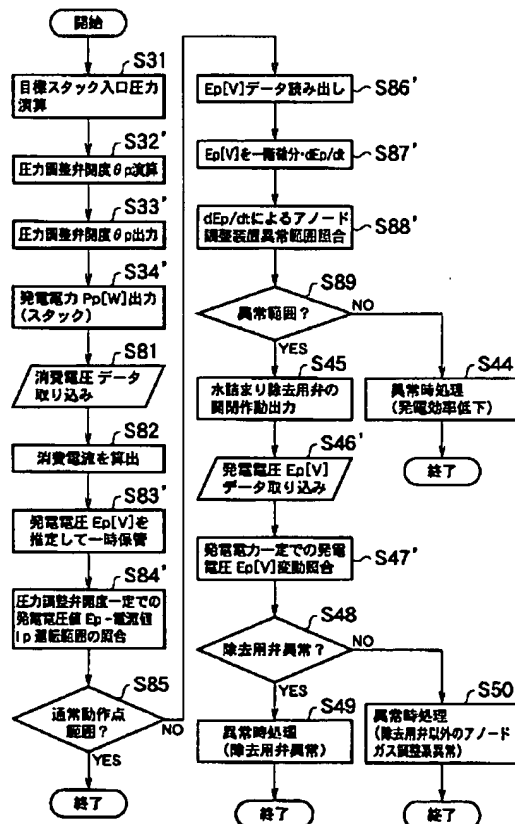
【図11】



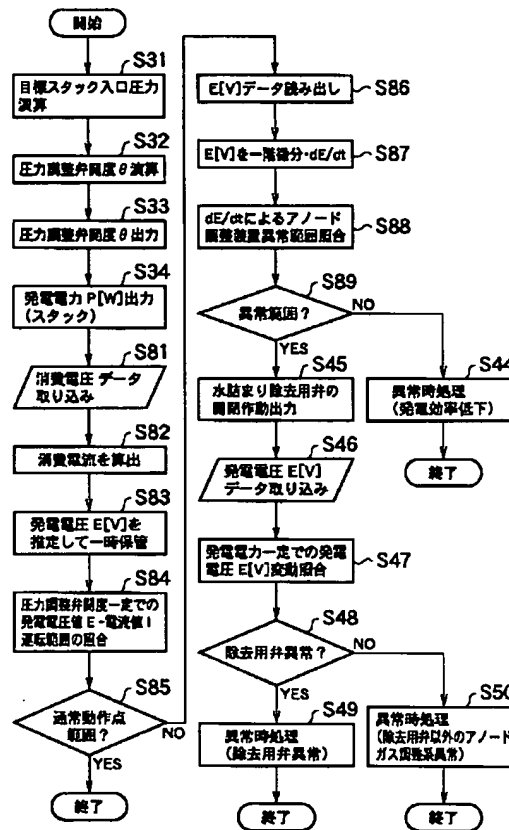
【図15】



【図16】



【図13】



*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is used as driving sources, such as an automobile, and relates to the diagnostic equipment of the fuel cell system for diagnosing the abnormal condition of the fuel cell system which generates electricity by supplying air as hydrogen gas and oxidant gas as fuel gas, and supplies a generation-of-electrical-energy electrical potential difference to a load.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, while supplying hydrogen gas to a fuel cell stack as anode gas, air is supplied as cathode gas and the fuel cell system made to generate by generating the chemical reaction of a fuel cell stack is known. In this fuel cell system, since pure water will be generated by the chemical reaction if a fuel cell stack is made to generate, it is necessary to eliminate this pure water out of a fuel cell stack positively.

[0003] If the pure water generated in a fuel cell stack is not eliminated positively, water plugging to which pure water piles up in a fuel cell stack will occur, and decline in the generating efficiency of a fuel cell stack will be generated. Moreover, generating of water plugging generates the bias of a generation-of-electrical-energy current in the part which water plugging generated not only the decline in generating efficiency but within the fuel cell stack, and the part which has not been generated. Thus, if a generation of electrical energy of a fuel cell stack is continued after the bias has occurred into the water plugging part, concentration of generation of heat in the part which water plugging has not generated will occur, and it will become the cause of the remarkable depression of a fuel cell stack.

[0004] On the other hand, as the technique of detecting water plugging in the former, the generation-of-electrical-energy electrical potential difference of each generation-of-electrical-energy module in a fuel cell stack (cel) was detected during operation, and water plugging was usually detected by detecting the sag at the time of outputting generated output (or generation-of-electrical-energy current) from a fuel cell stack.

[0005] Moreover, like the fuel cell system currently indicated by JP,7-235324,A as other technique of detecting water plugging, the alternating current impedance meter was used, the resistance in a fuel cell stack was detected, and direct detection of the generating of water plugging was carried out.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the conventional fuel cell system, it aims only at detection of water plugging in a fuel cell stack, and detection of the fault of the generating efficiency fall by degradation of a fuel cell stack with the passage of time etc., the abnormalities to which a pressure loss becomes large more than water plugging of a fuel cell stack, and hydrogen gas adjustment system equipment etc. was not completed. That is, in the fuel cell system corresponding to the conventional water plugging, in order to detect water plugging, the components only for water plugging detection needed to be prepared. By the fuel cell system indicated by JP,7-235324,A, by control of operation, in order to form an unnecessary alternating current impedance meter for water plugging detection, specifically, there is usually a trouble of making the system expensive.

[0007] Moreover, in the conventional fuel cell system, the valve for water plugging removal was prepared in the hydrogen gas passageway, and water plugging removal actuation which changes the valve for water plugging removal into an open condition, and is emitted outside was carried out so that it could operate as processing to water plugging, even if water plugging had occurred within a fuel cell stack at the time of starting. However, in this fuel cell system, since water plugging removal actuation was performed without diagnosing a water plugging condition at the time of starting, water plugging removal actuation was performed beyond the need. Therefore, in the conventional fuel cell system, while taking much time amount to start, there was a trouble of consuming hydrogen gas too much.

[0008] Furthermore, in order to diagnose the generating efficiency fall of the fuel cell stack by degradation with the passage of time etc. in the conventional fuel cell system, the technique of measuring generating efficiency periodically and making a propriety judgment of operation continuation of a fuel cell stack and the technique of forming the addition timer which measures the operation time of a fuel cell stack, and carrying out a parts replacement periodically according to the value of an addition timer existed again. That is, in the conventional fuel cell system, in order to detect degradation with the passage of time, dedication which detects degradation with the passage of time needed to be processed, and the components of dedication needed to be prepared.

[0009] Then, this invention is proposed in view of the actual condition mentioned above, and it offers the diagnostic equipment of a fuel cell system which can diagnose a fuel cell system, without preparing the configuration of dedication.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In the diagnostic equipment of the fuel cell system concerning claim 1 While carrying out two or more laminatings of the cellular structure object constituted on both sides of the electrolyte membrane with the oxidizer pole and the fuel electrode and supplying oxidant gas to the above-mentioned oxidizer pole side The fuel cell which fuel gas is supplied to the above-mentioned fuel electrode side, and is generated, and a gas supply means to supply oxidant gas and fuel gas to the above-mentioned fuel cell, The abnormalities of the fuel cell system which controls the fuel cell system which has a fuel gas pressure detection means to detect the fuel gas pressure supplied to the above-mentioned fuel cell with the above-mentioned gas supply means, and a generation-of-electrical-energy condition detection means to detect the generation-of-electrical-energy condition of the above-mentioned fuel cell are diagnosed.

[0011] A generation-of-electrical-energy condition differential value operation means to calculate the differential value in the generation-of-electrical-energy condition of the above-mentioned fuel cell that the diagnostic equipment of this fuel cell system was detected by the above-mentioned generation-of-electrical-energy condition detection means, The threshold which is a differential value of the generation-of-electrical-energy condition for diagnosing the condition of the above-mentioned fuel cell system memorized beforehand, The differential value calculated with the above-mentioned generation-of-electrical-energy condition differential value operation means is compared, and it has a diagnostic means to sort out the operational status of the above-mentioned fuel cell system, from two or more operational status of the above-mentioned fuel cell system.

[0012] In the diagnostic equipment of the fuel cell system concerning claim 2 It is the diagnostic equipment of a fuel cell system according to claim 1. After arbitration time amount progress from the time of starting of the above-mentioned fuel cell system It has further a pressure differential value operation means to calculate the differential value of the fuel gas pressure detected with the above-mentioned fuel gas pressure detection means. The above-mentioned diagnostic means It is characterized by comparing the threshold which is a differential value of the fuel gas pressure for diagnosing the condition of the above-mentioned fuel cell system memorized beforehand with the differential value calculated with the above-mentioned pressure differential value operation means, and diagnosing the operational status of the above-mentioned fuel cell system.

[0013] In the diagnostic equipment of the fuel cell system concerning claim 3 It is the diagnostic equipment of a fuel cell system according to claim 1 or 2. The above-mentioned fuel cell system It has further a water plugging removal means to remove water plugging of the above-mentioned fuel cell. The

above-mentioned diagnostic means It has a water plugging condition as operational status of the above-mentioned fuel cell system. Based on the generation-of-electrical-energy condition detected by the above-mentioned generation-of-electrical-energy condition detection means, a fuel cell system is characterized by diagnosing whether water plugging removal by the above-mentioned water plugging removal means is performed, and sorting out the condition of the above-mentioned fuel cell system.

[0014] It carries out diagnosing that it is the diagnostic equipment of a fuel cell system according to claim 1, the above-mentioned generation-of-electrical-energy condition detection means detects the generation-of-electrical-energy current of the above-mentioned fuel cell as a generation-of-electrical-energy condition, and the above-mentioned diagnostic means is the abnormal condition of the above-mentioned gas-supply means in the diagnostic equipment of the fuel cell system concerning claim 4 when the differential value of the generation-of-electrical-energy current calculated with the above-mentioned generation-of-electrical-energy condition differential value operation means is more than a threshold as the description.

[0015] It carries out diagnosing that it is the diagnostic equipment of a fuel cell system according to claim 1, the above-mentioned generation-of-electrical-energy condition detection means detects the generation-of-electrical-energy electrical potential difference of the above-mentioned fuel cell as a generation-of-electrical-energy condition, and the above-mentioned diagnostic means is the abnormal condition of the above-mentioned gas-supply means in the diagnostic equipment of the fuel cell system concerning claim 5 when the differential value of the generation-of-electrical-energy electrical potential difference calculated with the above-mentioned generation-of-electrical-energy condition differential value operation means is below a threshold as the description.

[0016]

[Effect of the Invention] The differential value which calculated and calculated the differential value of the generation-of-electrical-energy condition of the fuel cell detected with the generation-of-electrical-energy condition detection means according to the diagnostic equipment of the fuel cell system concerning claim 1, Since the threshold which is a differential value of the generation-of-electrical-energy condition for diagnosing the condition of the fuel cell system memorized beforehand is compared and the operational status of a fuel cell system is sorted out from two or more operational status of a fuel cell system Usually, the various conditions generated to a fuel cell system can be sorted out and diagnosed using a generation-of-electrical-energy condition detection means to detect the condition of a fuel cell prepared in the fuel cell system, without preparing the configuration of dedication.

[0017] The differential value of the fuel gas pressure which calculated and calculated the differential value of the fuel gas pressure detected with the fuel gas pressure detection means after arbitration time amount progress from the time of starting of a fuel cell system according to the diagnostic equipment of the fuel cell system concerning claim 2, The threshold which is a differential value of the fuel gas pressure for diagnosing the condition of the fuel cell system memorized beforehand is compared. The operational status of a fuel cell system can be diagnosed and the condition of a fuel cell system can be diagnosed using the fuel gas pressure detection means usually formed in the fuel cell system.

[0018] It has a water plugging condition as operational status of a fuel cell system, and it can diagnose whether the water plugging removal by the water plugging removal means is performing, and a fuel cell system can sort out the condition of a fuel cell system, and, according to the diagnostic equipment of the fuel cell system concerning claim 3, can diagnose the condition of a fuel cell system using the water plugging removal means usually formed in the fuel cell system based on the generation-of-electrical-energy condition detected by the generation-of-electrical-energy condition detection means.

[0019] Since according to the diagnostic equipment of the fuel cell system concerning claim 4 the generation-of-electrical-energy current of a fuel cell is detected as a generation-of-electrical-energy condition, and it diagnoses that it is the abnormal condition of a gas supply means when the differential value of a generation-of-electrical-energy current is more than a threshold, the condition of a fuel cell system can be diagnosed using the detection means of the generation-of-electrical-energy current usually prepared in the fuel cell system.

[0020] Since according to the diagnostic equipment of the fuel cell system concerning claim 5 the

generation-of-electrical-energy electrical potential difference of a fuel cell is detected as a generation-of-electrical-energy condition, and it diagnoses that it is the abnormal condition of a gas supply means when the differential value of a generation-of-electrical-energy electrical potential difference is below a threshold, the condition of a fuel cell system can be diagnosed using the detection means of a generation-of-electrical-energy electrical potential difference usually formed in the fuel cell system. [0021]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0022] This invention is applied to the fuel cell system concerning the 1st operation gestalt constituted as shown in drawing 1 , and the fuel cell system concerning the 2nd operation gestalt constituted as shown in drawing 9 .

[0023] The fuel cell stack 1 with which the fuel cell system concerning the 1st operation gestalt of [the fuel cell structure of a system concerning the 1st operation gestalt] is equipped has stack structure to which it comes to carry out two or more laminatings of the cellular structure object constituted on both sides of the solid-state polyelectrolyte film with the oxidizer pole (cathode pole) and the fuel electrode (anode pole) through a separator. Moreover, in this fuel cell stack 1, the oxidant gas passage which passes oxidant gas, the fuel gas passage which passes fuel gas, and the cooling water passage which passes cooling water are established in the interior. And while the air as oxidant gas is supplied to the above-mentioned oxidizer pole side, as for the fuel cell stack 1, the hydrogen gas as fuel gas is supplied to the above-mentioned fuel electrode side. Thereby, through moisture, each ion moves, and the fuel cell stack 1 contacts and generates the inside of the film. In addition, illustration of the configuration about a cathode pole is omitted in this fuel cell system.

[0024] The hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 connected with the hydrogen tank which has stored hydrogen, and which is not illustrated is inserted in in the hydrogen gas supply passage L1, this fuel cell system is connected to the hydrogen gas inlet of the fuel cell stack 1, and the hydrogen gas outlet of the fuel cell stack 1 and the valve 3 for water plugging removal are inserted in on the hydrogen gas outflow way L2. Thereby, a fuel cell system constitutes a hydrogen gas system.

[0025] Moreover, in this fuel cell system, the pressure sensor 4 which detects the hydrogen-gas-pressure force supplied to the fuel cell stack 1 from the hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 is formed in the hydrogen gas inlet of the fuel cell stack 1 of the hydrogen gas supply passage L1. A pressure sensor 4 detects the hydrogen-gas-pressure force value in a hydrogen gas inlet, and outputs it to a control section 8 as a sensor signal.

[0026] The hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 and the valve 3 for water plugging removal are connected with the actuator which is not illustrated, and a switching action and opening are controlled by an actuator driving according to the control signal from a control section 8. The hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 adjusts the hydrogen-gas-pressure force and hydrogen quantity of gas flow which are supplied to the fuel cell stack 1 by adjusting opening. The valve 3 for water plugging removal is closing motion control being carried out according to the control signal from a control section 8, and changing into an open condition, and discharges the hydrogen gas in the hydrogen gas outflow way L2 and in the fuel cell stack 1 outside.

[0027] Moreover, in this fuel cell system, it has the power consumption load 5 linked to the fuel cell stack 1. This power consumption load 5 is connected with the fuel cell stack 1 through the harness 6 for power, and generated output is supplied from the fuel cell stack 1. This power consumption load 5 is driven using the supplied generated output. Moreover, the power consumption load 5 outputs the electric power supply demand which requires generated energy required to drive to a control section 8. This power consumption load 5 is a motor for a car drive etc., when for example, a fuel cell system is formed in a car.

[0028] The generation-of-electrical-energy voltage sensor 7 is connected to the harness 6 for power. The generation-of-electrical-energy voltage sensor 7 detects the generation-of-electrical-energy electrical potential difference of the generated output supplied to the power consumption load 5 from the fuel cell stack 1, and outputs a sensor signal to a control section 8.

[0029] The control section 8 is connected with the hydrogen gas supply pressure regulating valve 2, the valve 3 for water plugging removal, the pressure sensor 4, the power consumption load 5, and the generation-of-electrical-energy voltage sensor 7 through the harness 9. This control section 8 is equipped with the storage section which is not illustrated, starts the program memorized in the storage section, and carries out generated output demand from the sensor signal and the power consumption load 5 from a pressure sensor 4 and the generation-of-electrical-energy voltage sensor 7, and processing which controls the hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 and the valve 3 for water plugging removal at least using the table memorized in the storage section.

[0030] Thereby, a control section 8 performs a diagnostic process and the usual operation diagnostic process which diagnoses the fuel cell-usually stack 1 at the time of operation which is pretreatment which makes the fuel cell stack 1 operate while making operation pretreatment and the fuel cell stack 1 usually operate at the time of starting which diagnoses the fuel cell stack 1 while starting the fuel cell stack 1. In addition, about the contents of processing of the various processings which a control section 8 performs, it mentions later.

[0031] [operations sequence of the fuel cell system concerning the 1st operation gestalt] -- the operations sequence of the fuel cell system concerning the 1st operation gestalt constituted next as mentioned above is explained.

[0032] If it faces starting a "diagnostic process at time of fuel cell system startup" fuel cell system, for example, the power consumption load 5 starts by directions actuation from a car operator, the power consumption load 5 will generate an electric power supply demand, and it will output to a control section 8. According to this, it shifts to processing of step S1 in a control section 8, and while controlling the valve 3 for water plugging removal by the control section 8 in the open condition (step S1), the control signal which determines to set the hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 as the predetermined opening θ_0 at the time of starting of a fuel cell system (step S2), and makes it the predetermined opening θ_0 is outputted by it (step S3). Hydrogen gas is supplied to the fuel cell stack 1 through the hydrogen gas supply passage L1, and a generation of electrical energy of the fuel cell stack 1 is made to start by such actuation.

[0033] Next, if a control section 8 reaches at the time of day t_1 of arbitration from the hydrogen gas supply start time of step S3, it will input the sensor signal of a pressure sensor 4, and will incorporate the hydrogen-gas-pressure force P_{in} in the hydrogen gas inlet of the fuel cell stack 1 [MPa] (step S4). And a control section 8 performs collating with the incorporated hydrogen-gas-pressure force P_{in} and the pressure value diagnostic table shown in drawing 3 (step S5).

[0034] This pressure value diagnostic table is memorized by the storage section in the control section 8 which is not illustrated beforehand. It comes to match the hydrogen-gas-pressure force P_{in} corresponding to the time of day from the hydrogen gas supply start time in step S3, and this time of day in a pressure value diagnostic table. This pressure value diagnostic table does not have abnormalities in a fuel cell system, and the range P1 and P2 which shows the range of the hydrogen-gas-pressure force P_{in} of judging making a fuel cell system usually shifting to operation in the time of day t_2 after time of day t_1 and time of day t_1 and which can be usual operation shifted is stored at least.

[0035] Usually, the range P1 which can be operation shifted is predetermined hydrogen-gas-pressure force range which made the upper limit the upper-limit-of-pressure force value of the range of a fuel cell system which can be operated. The range P1 which can be operation shifted supplies hydrogen gas to the fuel cell stack 1 gradually from the hydrogen gas supply start time t_0 , and is usually set up in consideration of this thing [that the hydrogen-gas-pressure force P_{in} goes up gradually].

[0036] Usually, the range P2 which can be operation shifted is predetermined hydrogen-gas-pressure force range which made the lower limit the lower-limit pressure force value of the range which can be operated. When [this] water plugging has occurred at the time of starting of the fuel cell stack 1, the range P2 which can be operation shifted usually As the alternate long and short dash line in drawing 3 shows, when the hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 and the valve 3 for water plugging removal are changed into an open condition and water plugging is solved, the hydrogen-gas-pressure force P_{in} descends gradually, And in consideration of aging of the hydrogen-gas-pressure force P_{in}

when the pressure loss has occurred, it is set as the fuel cell stack 1.

[0037] A control section 8 usually collates the range P1 which can be operation shifted with the hydrogen-gas-pressure force Pin in the time of day t1 incorporated by step S4 in step S5. With the hydrogen-gas-pressure force Pin, usually next, by the collating result with the range P1 which can be operation shifted. Usually, when it judges whether the hydrogen-gas-pressure force Pin is higher than the range P1 which can be operation shifted (step S6) and judges with the hydrogen-gas-pressure force Pin not being usually higher than the range P1 which can be operation shifted, it judges with usually shifting to operation from time of day t0, and processing is ended (step S7). When it judges with the hydrogen-gas-pressure force Pin being on the other hand usually higher than the range P1 which can be operation shifted. Water plugging may have occurred in the fuel cell stack 1, and a control signal is outputted so that the time amount made into the open condition of the valve 3 for water plugging removal may be extended (step S8). Furthermore, a control signal is outputted so that the time amount which makes the hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 the predetermined opening θ_0 may be extended (step S9), and it shifts to a starting extension flow.

[0038] In the time of day t2 after extending the condition of the hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 and the valve 3 for water plugging removal, the sensor signal of a pressure sensor 4 is inputted by the control section 8, and the hydrogen-gas-pressure force Pin in the hydrogen gas inlet of the fuel cell stack 1 [MPa] is incorporated (step S10). This time of day t2 is changing the valve 3 for water plugging removal into an open condition from time of day t0, and is set as the time of day when water plugging in the fuel cell stack 1 should be canceled.

[0039] Next, a control section 8 performs collating with the hydrogen-gas-pressure force Pin in time of day t2, and the pressure value diagnostic table shown in drawing 3 (step S11). As a result of performing collating with the hydrogen-gas-pressure force Pin and a pressure value diagnostic table, it judges whether the hydrogen-gas-pressure force Pin is usually within the limits of the range P2 which can be operation shifted by judging whether it is more than the pressure-loss upper limit that the hydrogen-gas-pressure force Pin shows to drawing 3. When it judges with the hydrogen-gas-pressure force Pin not being beyond a pressure-loss upper limit, it judges with usually shifting to operation in time-of-day t0' of drawing 3, and processing is ended (step S13). On the other hand, when it judges with the hydrogen-gas-pressure force Pin being more than a pressure-loss upper limit, it judges that abnormalities other than water plugging have occurred, and it is judged that the pressure loss of the fuel cell stack 1 is unusual in this case. And since it corresponds to the abnormalities in a pressure loss, a control section 8 shifts to predetermined exception processing, such as a part of system stops, functional limits, etc., and ends processing (step S14).

[0040] "Usually, operation pretreatment" Below, usual operation pretreatment which is performed to the degree of the above-mentioned step S7 or step S13 and which is usually performed before operation is explained with reference to the flow chart of drawing 4.

[0041] In operation pretreatment, a control section 8 usually judges first whether it is this midst that has removed the water in the fuel cell stack 1 (step S21). That is, a control section 8 judges whether the valve 3 for water plugging removal is changed into the open condition in the phase which usually shifted to operation pretreatment. The valve 3 for water plugging removal is a closed state, and when it judges with having ended removal of water plugging, a control section 8 shifts to the 1st usual operation processing, and ends processing (step S22). On the other hand, when it judges with the valve 3 for water plugging removal being in an open condition, and a control section 8 being the midst which has removed water plugging, it shifts to the 2nd usual operation processing, and processing is ended (step S23).

[0042] The differential pressure of the hydrogen gas inlet pressure of the fuel cell stack 1 and a hydrogen gas outlet pressure changes with switching conditions of the valve 3 for water plugging removal, and it is because it is necessary to control the hydrogen gas inlet pressure of the fuel cell stack 1 according to the switching condition of the valve 3 for water plugging removal to perform such operation pretreatment.

[0043] In addition, the timing of the water [in / usually / operation processing] plugging removal to

which it explains below uses the timer which is not illustrated in a control section 8, and changes the valve 3 for water plugging removal into an open condition at fixed spacing.

[0044] The "1st usual operation processing" The 1st usual operation processing which shifts after judging with it not being the midst which has removed water plugging at the above-mentioned step S21 next is explained with reference to the flow chart of drawing 5.

[0045] In this 1st usual operation processing, a control section 8 first determines the generated output value made to generate by the fuel cell stack 1 according to the electric power supply demand from the power consumption load 5. And a control section 8 calculates the hydrogen-gas-pressure force value in the hydrogen gas inlet of the fuel cell stack 1 according to the determined generated output value (step S31), and calculates the opening theta of the hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 (step S32). Thereby, a control section 8 outputs the control signal made into the calculated opening theta, and operates the hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 (step S33).

[0046] And when the hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 is stabilized in Opening theta, the generated output P according to an electric power supply demand is made to output from the fuel cell stack 1 (step S34). Next, a control section 8 incorporates the sensor signal from the generation-of-electrical-energy voltage sensor 7, and acquires generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference E [V] (step S35). This recognizes having obtained generated output P [W] according to an electric power supply demand from the fuel cell stack 1. And from the acquired generated output E, a control section 8 computes generation-of-electrical-energy current I [A] (step S36), and memorizes and stores it temporarily in the storage section which does not illustrate the computed generation-of-electrical-energy current I (step S37).

[0047] Next, the generated output value-generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference value diagnostic table shown in the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E incorporated at the generated output P to which the condition of the hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 is made to output at step S34 in the condition of having fixed, by Opening theta, and step S35, and drawing 6 is collated (step S38).

[0048] This generated output value-generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference value diagnostic table is memorized by the storage section in the control section 8 which is not illustrated beforehand. It comes to match the threshold which is the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E for a generated output value-generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference value diagnostic table to diagnose the abnormalities of the generated output P generated by the fuel cell stack 1, and a fuel cell system. According to this generated output value-generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference value diagnostic table, the normal operation region which the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E corresponding to the generated output P when the fuel cell system is operating normally can take, and the abnormality operation region which the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E corresponding to the generated output P when the fuel cell system is not operating normally can take are distinguished. From the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E on the theory over the generated output P in the condition of having made the hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 into the predetermined opening theta (theoretical value), the value which carried out predetermined sag is set up based on results, such as an experiment, and the threshold of this generation-of-electrical-energy electrical potential difference E is stored.

[0049] That the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E to generated output P falls here in the condition that the opening of the hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 is fixed When it was shown that the generated output output resistance value of the fuel cell stack 1 is rising, the voltage drop in the power output terminal of the fuel cell stack 1 has occurred and a certain abnormalities have occurred in the fuel cell stack 1, it will be in the condition that the power which the power consumption load 5 requires cannot be supplied. therefore -- the time of the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E to generated output P being below a threshold -- a normal operation point -- a thing out of range can be judged.

[0050] The generation-of-electrical-energy electrical potential difference E judges whether it is normal

operation point within the limits by the control section 8 using such a generated output value-generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference value diagnostic table (step S39). Operation is usually continued by ending processing, when the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E detected at step S35 was higher than the threshold, namely, the fuel cell stack 1 was carrying out normal operation and it judges with the range of the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E which can be judged (normal operation point range), and carrying out by repeating processing of step S31 - step S39.

[0051] on the other hand, the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E which detected the control section 8 at step S35 is lower than a threshold -- namely, the range of the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E -- a normal operation point -- when it judges with it being out of range, it shifts to the diagnostic process which diagnoses the fuel cell stack 1.

[0052] In a diagnostic process, first, a control section 8 reads the generation-of-electrical-energy current I which stored temporarily at step S37 (step S40), and it computes generation-of-electrical-energy current differential value dI/dt of each minute time amount t of every by carrying out ground-floor differential of the read generation-of-electrical-energy current I by the minute time amount t (step S41). At this time, a control section 8 computes generation-of-electrical-energy current differential value dI/dt within a fixed period by the generation-of-electrical-energy current I kept for a certain fixed period being used for it, as shown in drawing 7.

[0053] Next, a control section 8 collates computed generation-of-electrical-energy current differential value dI/dt and a generation-of-electrical-energy current differential value diagnostic table (step S42), and judges whether it is the abnormality range where computed generation-of-electrical-energy current differential value dI/dt is accepted to be the abnormalities of the fuel cell stack 1 (step S43).

[0054] This generation-of-electrical-energy current differential value diagnostic table is memorized by the storage section in the control section 8 which is not illustrated beforehand. It comes to store the threshold which is generation-of-electrical-energy current differential value dI/dt for a generation-of-electrical-energy current differential value diagnostic table to diagnose the abnormalities of a fuel cell system as shown in drawing 7.

[0055] It judges with a control section 8 being an abnormal condition which changes slowly, without being dependent on time of day t , when it judges with computed generation-of-electrical-energy current differential value dI/dt not exceeding a threshold, and not being the abnormality range. According to this, a control section 8 judges with the generating efficiency fall condition by degradation of the power terminal of the fuel cell stack 1 with the passage of time, and performs control of predetermined exception processing, such as a part of system stops, functional control, etc., (step S44).

[0056] Moreover, computed generation-of-electrical-energy current differential value dI/dt goes up, and a control section 8 judges with it being the abnormality range, when it judges with generation-of-electrical-energy current differential value dI/dt having exceeded the threshold. Thereby, a control section 8 is in the condition which has caused the fall of a generation-of-electrical-energy condition every moment, is in the condition that hydrogen gas is not fully changed into generated output, and judges with the fault of a hydrogen gas system.

[0057] According to this, a control section 8 outputs the control signal which repeats the valve 3 for water plugging removal, and carries out closing motion actuation (step S45), and incorporates the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E from the generation-of-electrical-energy voltage sensor 7 at this time (step S46). Thereby, a control section 8 checks fluctuation of the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E by the valve 3 for water plugging removal having carried out closing motion actuation in the condition of having set the hydrogen gas supply pressure constant (step S47).

[0058] Next, a control section 8 judges whether the abnormalities of the valve 3 for water plugging removal have occurred by judging whether according to having carried out closing motion actuation of the valve 3 for water plugging removal, the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E carries out vertical fluctuation (step S48).

[0059] When it judges with the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E having carried out vertical fluctuation, the valve 3 for water plugging removal carries out closing motion actuation normally, and it judges with the abnormalities of the valve 3 for water plugging removal having not occurred, and it judges with hydrogen gas systems other than valve 3 for water plugging removal being unusual. According to this, a halt of subsystems, such as migration equipment carrying a halt of a fuel cell system, a hydrogen gas supply system, and a fuel cell system, etc. processes at the time of predetermined abnormalities, and a control section 8 ends processing (step S50).

[0060] On the other hand, when it judges with the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E not carrying out vertical fluctuation, the valve 3 for water plugging removal does not carry out closing motion actuation normally, but it judges with the abnormalities of the valve 3 for water plugging removal having occurred. According to this, a control section 8 carries out control which changes the valve 3 for water plugging removal into an open condition, processes at the time of the abnormalities of controlling the alien system to a fail-safe side, and ends processing (step S49).

[0061] The "2nd usual operation processing" The 2nd usual operation processing which shifts after judging with it being the midst which has removed water plugging at the above-mentioned step S21 next is explained with reference to the flow chart of drawing 8. In addition, in explanation of the 2nd usual operation processing, the explanation about the same part as the above-mentioned 1st usual operation processing is omitted.

[0062] In the 2nd usual operation processing, since it is the midst which has removed water plugging and the valve 3 for water plugging removal is in an open condition, according to this condition, the opening of the hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 is set as different opening θ from step S32 (step S32', step S33'). It responds to this. In the following processings (step S34' - step S38', step S41', step S42', step S46', step S47') A different generation-of-electrical-energy electrical potential difference E_p from different generated output P_p from generated output P , and the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E , Different generation-of-electrical-energy current differential value dI_p/dt from the generated output value-generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference value diagnostic table according to a different generation-of-electrical-energy current I_p from the generation-of-electrical-energy current I , the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E_p , and generated output P_p and generation-of-electrical-energy current differential value dI/dt is used.

[0063] This performs the above-mentioned 1st usual operation processing, and the same actuation and processing in the 2nd usual operation processing.

[0064] As explained to the detail beyond [the effectiveness of the fuel cell system concerning the 1st operation gestalt], according to the fuel cell system concerning the 1st operation gestalt, the hydrogen-gas-pressure force P_{in} shifts to the diagnostic process at the time of starting, when usually higher than the range P_1 which can be operation shifted (step S5, step S6), and the pressure loss of the fuel cell stack 1 can be detected.

[0065] Moreover, according to this fuel cell system, in operation processing, two or more kinds of abnormal conditions, such as abnormalities (step S49) of the valve 3 for a generating efficiency fall (step S44) and water plugging removal and abnormalities (step S50) of a hydrogen gas adjustment system, can be classified and detected, and it can usually process by change of generation-of-electrical-energy current differential value dI/dt at the time of abnormalities.

[0066] Therefore, according to this fuel cell system, it is not necessary to add the detection equipment of the dedication for detecting the abnormalities of the valve 3 for the pressure loss of the fuel cell stack 1, a generating efficiency fall, and water plugging removal, and the abnormalities in a hydrogen gas adjustment system etc.

[0067] Specifically, according to this fuel cell system, which condition of the generating efficiency fall of the fuel cell stack 1, the abnormalities of the valve 3 for water plugging removal, and the abnormalities of a hydrogen gas supply system can be sorted out after that by computing generation-of-electrical-energy current differential value dI/dt by differentiating the generation-of-electrical-energy current I (step S41), and usually collating with a generation-of-electrical-energy current differential

value diagnostic table during operation.

[0068] Moreover, according to this fuel cell system, as a result of collating with generation-of-electrical-energy current differential value dI/dt and a generation-of-electrical-energy current differential value diagnostic table during operation, when generation-of-electrical-energy current differential value dI/dt is more than a threshold, the possibility of the abnormalities of (step S43) and a hydrogen gas system can usually be diagnosed.

[0069] Furthermore, when it judges with abnormalities having occurred, according to this fuel cell system, the abnormalities of the valve 3 for water plugging removal or the abnormalities of a hydrogen gas supply system can usually diagnose by collating fluctuation of the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E by having carried out closing-motion actuation of the valve 3 for (step S43) water plugging removal as a result of collating with generation-of-electrical-energy current differential value dI/dt and a generation-of-electrical-energy current differential value diagnostic table during operation.

[0070] [the fuel cell structure of a system concerning the 2nd operation gestalt] -- below, the fuel cell system concerning the 2nd operation gestalt is explained. In addition, about the same part as the 1st operation gestalt mentioned above, the detailed explanation is omitted by ***** which attaches the same sign.

[0071] As shown in drawing 9, this fuel cell system forms the circuit resistance 11 in the harness 6 for power, and differs from the fuel cell system applied to the 1st operation gestalt at a point equipped with power consumption side internal resistance 5a in the power consumption load 5.

[0072] In this fuel cell system, the control section 8 has memorized beforehand the resistance of power consumption side internal resistance 5a, and the resistance of the circuit resistance 11, and presumes a generation-of-electrical-energy electrical potential difference based on the electric power supply demand from these resistance and the power consumption load 5. Moreover, this control section 8 judges water plugging in the diagnostic process at the time of starting of a fuel cell system using the differential value of the hydrogen-gas-pressure force P_{in} which calculated and calculated the differential value of the hydrogen-gas-pressure force P_{in} . Furthermore, this control section 8 usually performs a diagnostic process in operation processing using the differential value of a generation-of-electrical-energy electrical potential difference. In addition, about the detailed procedure of this control section 8, it mentions later.

[0073] [operations sequence of the fuel cell system concerning the 2nd operation gestalt] -- the operations sequence of the fuel cell system concerning the 2nd operation gestalt constituted next as mentioned above is explained. In addition, about the same processing step as actuation of the fuel cell system concerning the 1st operation gestalt mentioned above, the detailed explanation is omitted by ***** which attaches the same step number.

[0074] The fuel cell system applied to the 2nd operation gestalt at the time of "diagnostic process at time of fuel cell system startup" starting will compute hydrogen gas differential value dP_{in}/dt by differentiating the incorporated hydrogen-gas-pressure force P_{in} by time amount t , if the hydrogen-gas-pressure force P_{in} in time of day t_1 is incorporated with the sensor signal from a pressure sensor 4 in step S4. And a control section 8 performs collating with computed hydrogen gas differential value dP_{in}/dt and the pressure differential value diagnostic table shown in drawing 11 (step S61).

[0075] This pressure differential value diagnostic table is memorized by the storage section in the control section 8 which is not illustrated beforehand. It comes to match hydrogen gas differential value dP_{in}/dt corresponding to the time of day from the hydrogen gas supply start time in step S3, and this time of day in a pressure differential value diagnostic table. This pressure differential value diagnostic table does not have abnormalities in a fuel cell system, and the range P_{11} and P_{12} which shows the range of hydrogen gas differential value dP_{in}/dt which judges making a fuel cell system usually shift to operation and which can be usual operation shifted is stored at least.

[0076] Usually, the range P_{11} which can be operation shifted supplies hydrogen gas to the fuel cell stack 1 gradually from the hydrogen gas supply start time t_0 , and is set up in consideration of hydrogen gas differential value dP_{in}/dt going up gradually.

[0077] Usually, the range P_{12} which can be operation shifted is predetermined hydrogen-gas-pressure

force range which made the lower limit the lower-limit pressure force differential value of the range which can be operated. When [this] water plugging has occurred at the time of starting of the fuel cell stack 1, the range P12 which can be operation shifted usually As the alternate long and short dash line in drawing 11 shows, when the hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 and the valve 3 for water plugging removal are changed into an open condition and water plugging is solved, hydrogen gas differential value dP_{in}/dt descends gradually, And in consideration of aging of hydrogen gas differential value dP_{in}/dt when the pressure loss has occurred, it is set as the fuel cell stack 1.

[0078] A control section 8 usually collates the range P11 which can be operation shifted with hydrogen gas differential value dP_{in}/dt computed from the hydrogen-gas-pressure force P_{in} in the time of day t1 incorporated by step S4 in step S61. When it judges whether hydrogen gas differential value dP_{in}/dt is usually as larger as hydrogen gas differential value dP_{in}/dt than the range P11 which can be operation shifted (step S62) and judges with hydrogen gas differential value dP_{in}/dt not being usually larger than the range P11 which can be operation shifted by the collating result with the range P11 which can be operation shifted, it judges with usually shifting to operation from time of day t0, and processing is ended (step S7). When it judges with hydrogen gas differential value dP_{in}/dt being on the other hand usually higher than the range P11 which can be operation shifted, water plugging may have occurred in the fuel cell stack 1, and it shifts to the starting extension flow after step S8.

[0079] And in step S10 in a starting extension flow, the hydrogen-gas-pressure force P_{in} in time of day t2 is differentiated, and hydrogen gas differential value dP_{in}/dt and the range P12 of a pressure differential value diagnostic table which can be usual operation shifted which computed and computed hydrogen gas differential value dP_{in}/dt are collated (step S63).

[0080] As a result of performing collating with hydrogen gas differential value dP_{in}/dt and a pressure differential value diagnostic table, it judges whether hydrogen gas differential value dP_{in}/dt is usually within the limits of the range P12 which can be operation shifted by judging whether it is more than the pressure-loss upper limit that hydrogen gas differential value dP_{in}/dt shows to drawing 11 . When it judges with hydrogen gas differential value dP_{in}/dt not being beyond a pressure-loss upper limit, it judges with usually shifting to operation in time-of-day t0' of drawing 11 , and processing is ended (step S13). On the other hand, when it judges with hydrogen gas differential value dP_{in}/dt being more than a pressure-loss upper limit, it judges that abnormalities other than water plugging have occurred, and it is judged that the pressure loss of the fuel cell stack 1 is unusual in this case. And since it corresponds to the abnormalities in a pressure loss, a control section 8 shifts to predetermined exception processing, such as a part of system stops, functional limits, etc., and ends processing (step S14).

[0081] "Usually, operation pretreatment" Below, usual operation pretreatment which is performed to the degree of the above-mentioned step S7 or step S13 and which is usually performed before operation is explained with reference to the flow chart of drawing 12 .

[0082] In operation pretreatment, a judgment at step S21 is performed like the 1st operation gestalt, and it usually judges [this] whether the valve 3 for water plugging removal is changed into the open condition. The valve 3 for water plugging removal is a closed state, and when it judges with having ended removal of water plugging, a control section 8 shifts to the 3rd usual operation processing, and ends processing (step S71). On the other hand, when it judges with the valve 3 for water plugging removal being in an open condition, and a control section 8 being the midst which has removed water plugging, it shifts to the 4th usual operation processing, and processing is ended (step S72).

[0083] The "3rd usual operation processing" The 3rd usual operation processing which shifts after judging with it not being the midst which has removed water plugging at the above-mentioned step S21 next is explained with reference to the flow chart of drawing 13 .

[0084] In this 3rd usual operation processing, after making the generated output P according to an electric power supply demand output from the fuel cell stack 1 at step S34 The consumption electrical potential difference in the power consumption load 5 is incorporated (step S81). The resistance of the circuit resistance 11, It stores temporarily by computing the consumed electric current from the resistance and the incorporated consumption electrical potential difference of power consumption side internal resistance 5a (step S82), presuming the generation-of-electrical-energy electrical potential

difference E, and memorizing in the storage section (step S83).
 [0085] Next, the generation-of-electrical-energy current value-generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference value diagnostic table shown in the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E which stored temporarily the condition of the hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 in the condition of having fixed, by Opening theta, and drawing 14 is collated (step S84).

[0086] This generation-of-electrical-energy current value-generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference value diagnostic table is memorized by the storage section in the control section 8 which is not illustrated beforehand. It comes to match the threshold which is the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E presumed for a generation-of-electrical-energy current value-generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference value diagnostic table to diagnose the abnormalities of the generation-of-electrical-energy current I generated by the fuel cell stack 1, and a fuel cell system.

[0087] That the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E to the generation-of-electrical-energy current I falls here in the condition that the opening of the hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 is fixed When it was shown that the generated output output resistance value of the fuel cell stack 1 is rising, the voltage drop in the power output terminal of the fuel cell stack 1 has occurred and a certain abnormalities have occurred in the fuel cell stack 1, it will be in the condition that the power which the power consumption load 5 requires cannot be supplied. therefore -- the time of the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E to generated output P being below a threshold -- a normal operation point -- a thing out of range can be judged.

[0088] The generation-of-electrical-energy electrical potential difference E judges whether it is normal operation point within the limits by the control section 8 using such a generation-of-electrical-energy current value-generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference value diagnostic table (step S85). When the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E was higher than the threshold, namely, the fuel cell stack 1 was carrying out normal operation and it judges with the range of the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E which can be judged (normal operation point range), processing is ended and operation is usually continued.

[0089] on the other hand, a control section 8 has the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E lower than a threshold -- namely, the range of the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E -- a normal operation point -- when it judges with it being out of range, it shifts to the diagnostic process which diagnoses the fuel cell stack 1.

[0090] In a diagnostic process, first, a control section 8 reads the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E which stored temporarily at step S83 (step S86), and it computes generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference differential value dE/dt of each minute time amount t of every by carrying out ground-floor differential of the read generation-of-electrical-energy electrical potential difference E by the minute time amount t (step S87). At this time, a control section 8 computes generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference differential value dE/dt within a fixed period by the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E kept for a certain fixed period being used for it, as shown in drawing 15.

[0091] Next, a control section 8 collates computed generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference differential value dE/dt and a generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference differential value diagnostic table (step S88), and judges whether it is the abnormality range where computed generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference differential value dE/dt is accepted to be the abnormalities of the fuel cell stack 1 (step S89).

[0092] This generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference differential value diagnostic table is memorized by the storage section in the control section 8 which is not illustrated beforehand. It comes to store the threshold which is generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference differential value dE/dt for a generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference differential value diagnostic table to diagnose the abnormalities of a fuel cell system as shown in drawing 15.

[0093] It judges with a control section 8 being an abnormal condition which changes slowly, without being dependent on time of day t, when it judges with computed generation-of-electrical-energy

electrical-potential-difference differential value dE/dt not being less than a threshold, and not being the abnormality range. According to this, a control section 8 judges with the generating efficiency fall condition by degradation of the power terminal of the fuel cell stack 1 with the passage of time, and controls predetermined exception processing (step S44).

[0094] Moreover, computed generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference differential value dE/dt descends, and a control section 8 judges with it being the abnormality range, when it judges with generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference differential value dE/dt becoming below a threshold. Thereby, a control section 8 is in the condition which has caused the fall of a generation-of-electrical-energy condition every moment, is in the condition that hydrogen gas is not fully changed into generated output, and judges with the fault of a hydrogen gas system. According to this, a control section 8 processes step S45 - step S50.

[0095] The "4th usual operation processing" The 4th usual operation processing which shifts after judging with it being the midst which has removed water plugging at the above-mentioned step S21 next is explained with reference to the flow chart of drawing 16. In addition, in explanation of the 4th usual operation processing, the explanation about the same part as above-mentioned usual operation processing is omitted.

[0096] In the 4th usual operation processing, since it is the midst which has removed water plugging and the valve 3 for water plugging removal is in an open condition, according to this condition, the opening of the hydrogen gas supply pressure regulating valve 2 is set as opening θ (step S32', step S33'). According to this, different generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference differential value dE_p/dt from the generated output value-generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference value diagnostic table according to a different generation-of-electrical-energy current I_p from a different generation-of-electrical-energy electrical potential difference E_p from different generated output P_p from generated output P and the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E and the generation-of-electrical-energy current I , the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E_p , and generated output P_p and generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference differential value dE/dt is used. This performs the above-mentioned 3rd usual operation processing, and the same actuation and processing in the 4th usual operation processing.

[0097] According to the fuel cell system applied to the 2nd operation gestalt beyond [the effectiveness of the fuel cell system concerning the 2nd operation gestalt] as explained to the detail, even if it does not prepare the voltage sensor which measures the generation-of-electrical-energy electrical potential difference of the fuel cell stack 1, the generation-of-electrical-energy electrical potential difference E can be presumed using the resistance of the circuit resistance 11 and power consumption side internal resistance 5a, a consumption electrical potential difference, and the consumed electric current, and the same effectiveness as the 1st operation gestalt can be demonstrated.

[0098] According to this fuel cell system, hydrogen gas differential value dP_{in}/dt can be calculated from the time of starting after time of day t_1 and time of day t_2 , collating with a pressure differential value diagnostic table can be carried out, and, specifically, generating of water plugging of the fuel cell stack 1 and the pressure loss of the fuel cell stack 1 can be diagnosed.

[0099] Moreover, according to this fuel cell system, as a result of collating with generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference differential value dE/dt and a generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference differential value diagnostic table during operation, when generation-of-electrical-energy electrical-potential-difference differential value dE/dt is below a threshold, the possibility of the abnormalities of (step S88) and a hydrogen gas system can usually be diagnosed.

[0100] In addition, the gestalt of above-mentioned operation is an example of this invention. For this reason, if this invention is range which does not deviate from the technical thought concerning this invention even if it is not limited to an above-mentioned operation gestalt and is except the gestalt of this operation, it is natural. [of various modification being possible according to a design etc.]

[Translation done.]